

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11338702
PUBLICATION DATE : 10-12-99

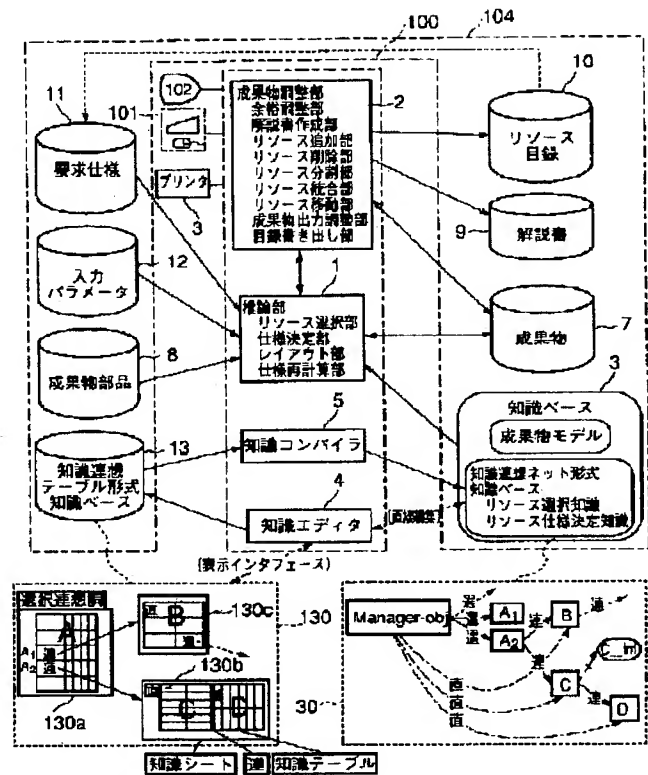
APPLICATION DATE : 27-05-98
APPLICATION NUMBER : 10146079

APPLICANT : TOSHIBA CORP;

INVENTOR : FUKUSHIMA KO;

INT.CL. : G06F 9/44 G06F 17/60 G06F 17/50

TITLE : JOB SUPPORTING DEVICE AND
ELECTRIC SYSTEM DESIGN
SUPPORTING DEVICE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a job supporting device for supporting a job such as engineering or service.

SOLUTION: A knowledge associated net type knowledge base 3 is provided for modeling a process or structure associated in the case of job execution concerning the job knowledge required for various engineering or service jobs, and this device is provided with an inference part 1 for automating the job while using the knowledge base 3 and a result control part 2 for automating the control of the job result while cooperating with the inference part as needed.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-338702

(43) 公開日 平成11年(1999)12月10日

(51) Int.Cl.⁶

G 0 6 F 9/44
17/60
17/50

識別記号

5 6 0

F I

C 0 6 F 9/44 5 6 0 M
15/21 Z
15/60 6 0 4 D
6 3 0

審査請求 未請求 請求項の数11 () L (全100頁)

(21) 出願番号 特願平10-146079

(22) 出願日 平成10年(1998)5月27日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 浪岡 保男

神奈川県川崎市幸区柳町70番地 株式会社
東芝柳町工場内

(72) 発明者 丸山 昭男

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内

(72) 発明者 山下 隆

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内

(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

最終頁に続く

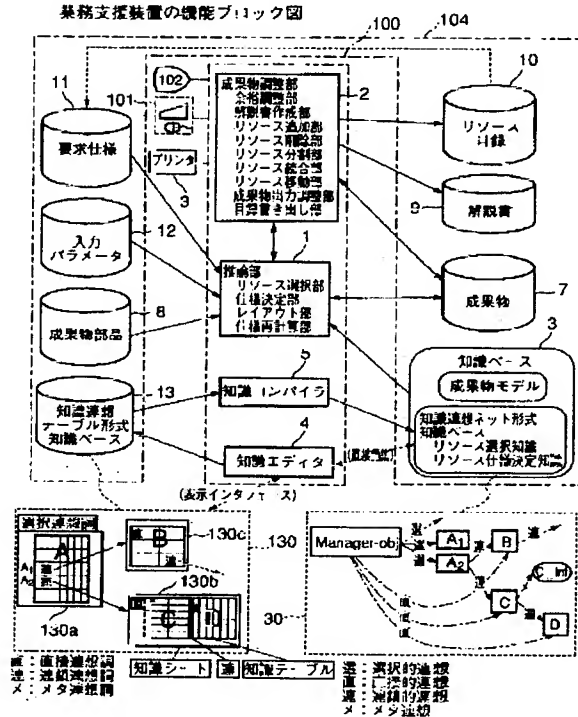
(54) 【発明の名称】 業務支援装置及び電気システム設計支援装置

(57) 【要約】

【課題】 エンジニアリング、サービス等の業務を支援する業務支援装置を提供すること。

【解決手段】 各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて必要とされる業務知識が、業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベース3を具備し、この知識ベースを用いて業務を自動化する推論部1と、業務の成果物の調整作業を必要に応じて推論部と協調して自動化する成果物調整部2とを具備する。

業務支援装置の機能ブロック図



【特許請求の範囲】

【請求項1】各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて用いられるリソースを特定するに必要な仕様情報を提供する仕様情報提供手段と、リソース相互の可能な接続関係とを表わす成果物モデルを提供する成果物モデル提供手段と、業務において必要とするリソース選択知識とリソース仕様決定知識が業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベースと、業務対象の遂行に必要な情報であって、知識ベース上の知識から導出できない必要情報を提供するパラメータ提供手段と、前記仕様情報、前記パラメータおよび前記成果物モデルと前記知識連想ネット形式の知識ベースとを用いて対象業務で必要な要素と関係とを求めると共に、これらの情報から業務対象の目的物を生成して成果として得る推論部と、推論部により得られた業務の成果物に対して、少なくともユーザの指示に基づき、再処理を実施させるべく制御すると共に、その結果に基づき、成果物に対する必要な調整作業を施す成果物調整部と、を具備することを特徴とする業務支援装置。

【請求項2】電気機器を特定するに必要な仕様情報を提供する仕様情報提供手段と、電気機器相互の可能な接続関係を表わす電気機器モデル情報を提供するモデル情報提供手段と、電気システム設計業務において必要とする機器選択知識と機器仕様決定知識が業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベースと、設計対象の電気システムの設計に必要な情報であって、設計上の知識から導出できない必要情報を提供するパラメータ提供手段と、前記仕様情報、前記パラメータおよび前記電気機器モデルと前記知識連想ネット形式の知識ベースとを用いて前記パラメータで特定される設計対象の電気システムで必要な構成要素と接続関係を求めると共に、これらの情報から図面を生成して電気システム設計結果として得る推論部と、推論部により得られた電気システム設計結果に対し、少なくともユーザの変更指示に基づき、再設計させるべく制御すると共に、その結果に基づき電気システム設計結果に対する必要な調整作業を施す設計結果調整手段と、を具備することを特徴とする電気システム設計支援装置。

【請求項3】推論部の電気システム設計結果は出力形式が、少なくとも単線結線図であり、設計結果調整手段は必要に応じて、電気システムに用いられた電気機器の仕様等をリスト形式に表した設備機器リストと仕様算出過

程を解説する計算書出力する構成であることを特徴とする請求項2記載の電気システム設計支援装置。

【請求項4】設計結果調整手段は、設計過程あるいは電気機器の仕様バランスを解説する計算書を作成する機能を具備することを特徴とする請求項2記載の電気システム設計支援装置。

【請求項5】設計結果調整手段は、電気機器の余裕に関するパラメータ（余裕パラメータ）を変更することに伴い、電気機器の仕様を表す属性値を変更する手段と、他の機器への影響を自動的に再計算する手段と、電気機器の仕様を表わす属性値を直接変更することに伴い、余裕パラメータの算出と他の電気機器への影響を自動的に再計算する手段とからなる余裕調整機能を具備することを特徴とする請求項2記載の電気システム設計支援装置。

【請求項6】設計結果調整手段は、母線を所望位置で電氣的に分割する指示を与えると、この分割された各々の母線以下に接続される電気機器に必要な電力を供給する電気設備、あるいは、電気機器の制御に妥当な電気設備を設計する業務を遂行する母線分割手段を具備することを特徴とする請求項2の電気システム設計支援装置。

【請求項7】設計結果調整手段は、複数の母線を電氣的に統合し、統合した母線の階層以下に接続される電気機器に必要な電力を供給する電気設備、あるいは、電気機器の制御に妥当な電気設備を設計する業務を遂行する母線統合手段を具備することを特徴とする請求項2の電気システム設計支援装置。

【請求項8】設計結果調整手段は、母線やケーブルに電氣的に並列に接続された機器及びその機器の下位層に接続された機器を、人為的に与えられる指示に従い、別母線あるいは同一の母線の異なる位置に移動する作業（負荷移動）を遂行する負荷移動手段を具備することを特徴とする請求項2の電気システム設計支援装置。

【請求項9】設計結果調整手段は、電気システム設計結果における電気機器が描画されている範囲を所定のページ範囲で囲むべくページ枠を作成する手段と、必要に応じてページ枠を追加・削除する手段とからなるページ枠編集手段を具備することを特徴とする請求項2の電気システム設計支援装置。

【請求項10】推論部は、電気システムの設計結果を単線結線図として得ると共に、設計結果調整手段はこの単線結線図の電氣的な接続関係を保ちつつ、複数ページに分割する処理をするページ分割部を具備することを特徴とする請求項2の電気システム設計支援装置。

【請求項11】推論部は、電気システムの設計に伴い得られたその電気システムを構成する電気機器と仕様のリストを各機器個別に特定の項番を付して作成する機能を備え、

また、設計結果調整手段は、推論部が設計した電気システムの構成機器についてのリストの出力順序を前記項番順または作成した電気システムの設計図上での電気機器

の座標によりソートして定める手段と、複数の電気機器に関する仕様情報を一つのデータにまとめる手段と、前記仕様情報の他、単線結線図上の結線情報などの図面情報を出力する手段とを前記設計図データ内に一元管理される電気機器の仕様を表形式に出力する手段に付加する設備機器リスト出力手段とを具備することを特徴とする請求項2の電気システム設計支援装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、各種エンジニアリング業務、サービス業務などを支援する業務支援装置に関わる。また、本発明は、電気システム設計業務を支援する電気システム設計支援装置に関わる。特に、電気システム設計業務で行われる電気機器の選択と仕様決定の自動化と、その設計結果の単線結線図及び設備機器（遮断器、トランス、ドライブ、一般電気負荷及びモータ等）リストと、設計過程を解説する計算書とを自動作成する装置に関する。また、設計結果を修正、改善する作業を自動化する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて、業務内容の複雑化及び多様化とそれに伴う業務成果物の複雑化及び多様化に対し、電子化やオンラインシステムの導入が進んでいる。また、ルーチン化した処理の自動化ツールや知識処理による支援が試みられ始めている。

【0003】ところで、知識処理には知識ベースを用いることになるが、従来の知識ベースに関わる知識表現とその利用範囲を述べると次のようになる。

【0004】意味ネットワークやフレーム形式の知識表現における連想では、主に“is-a”、“eq”、“has-component”、“component-of”の様な関係を元に、広く知識ベースが形式化されている（例えば、特開平6-168129号公報参照）。また、ニューラルネットワークを用いた連想記憶が、パターン認識に用いられている。更に、概念間の連想関係として、文や会話における単語間の共起関係を元に作成されたネットワークを元に類似検索（特開平7-225772号公報参照）や情報のフィルタリング（特開平7-152771号公報参照）といった機能を実現する試みが行われている。

【0005】また、電気システム設計業務に目を振り向けてみると、当該業務分野では、数十台から千数百台といった電気負荷を安定して運転するための電気システムを設計すると云った場合、電気負荷の台数の増加や電気機器の多様化に伴って、電気システム設計にかかる重要性和コストが増大する。

【0006】そして、電気システム設計業務において、電気機器の選択と仕様決定作業及び単線結線図や設備機器リスト等の成果物の作成は、不可欠かつ中心的な作業であり、諸々の作業の中で最も多くの時間を要する作業

であった。

【0007】これら図面及びリスト等の作成において、古くは、手作業で図形部品を貼り合わせるなどして作成していた時代から、昨今では、CAD（計算機設計支援）やドローツール（描画ツール）などを利用して、ユーザが接続関係と機器属性を入力すると、この操作に基づいて、設計成果物の作成を支援するといった技術の提案（特開平7-36944号公報参照）がなされている。

【0008】また、電気機器の接続関係や仕様の修正を容易に入力できる環境を整えることで、電気システムの運転及び保守を支援する技術の提案（特開平8-65924号公報、特開平6-351179号公報、特開平5-72377号公報、特開平7-31016号公報、特開平6-86462号公報、特開平7-107684号公報等参照）がなされている。

【0009】こうした環境下での電気システム設計の流れは、次のようになっていた。すなわち、ユーザが予め機器の選定及び仕様の決定を行い、その成果物を表計算ソフトやデータベース入力ソフトなどを用いて設備機器リストを作成し、この後で、機器の接続関係と機器属性に基づき、ユーザがCADツールやドローツールを用いて、機器図形を描画すると共に、必要に応じて機器の仕様も記入して単線結線図を作成すると云う具合である。

【0010】また、客先からの要求仕様の変更、あるいは、電気設備の仕様に対する客先の意向などにより、電気システムの設計を変更する場合、ユーザが新たな仕様の算出、仕様の調整、妥当性のチェック等を行った後に、図面の編集作業を行っていた。また、業務遂行に用いられる知識は、業務担当者個人の頭の中に蓄積されているだけで、他者に伝授されることが少なかった。

【0011】このように、近年においては、各種エンジニアリング業務、サービス業務などを、計算機システムを利用して機械化或いは自動化するようになってきたが、このような計算機システムを用いた機械化或いは自動化を実施する場合、業務担当者が持つ業務知識を獲得して誰でもが利用できるようにするために、獲得された知識を体系化して知識ベース化し、この構築した知識ベースを用いた推論手段を構成して、知識ベースを活用できるようにする必要がある。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】近年においては、各種エンジニアリング業務、サービス業務などを、計算機システムを利用して機械化或いは自動化することが多いが、この場合、業務担当者が持つ業務知識を獲得し、獲得された知識を体系化して電子的に構築し、構築した知識ベースを用いた推論手段を構成して、知識ベースの活用と保守が要求される。

【0013】そして、要求されるこのような作業は、機械化或いは自動化に伴う新たな業務となる。そして、この新たな作業に要するコストが、しばしば、自動化によるメリットを上回る結果となっていた。

【0014】また、ルーチン化された処理を自動化するツールは、用いられ始めてはいるものの、業務の複雑化及び多様化に伴い、適切かつ良質に業務を遂行できるようにするためには、やはり多くの時間を費やさねばならず、手軽に活用できるものとはなっていない。また、ツール間の連携が必ずしも充分に行われていないことがあり、関連業務における作業あるいは書類の記載内容の重複が作業効率の向上を阻む一因となっていた。

【0015】更に、連携が比較的、皆く行われたとしても、ツール毎の成果物の一貫性を保ちながら維持管理するには、人手に頼ることになり、多くのコストが費やされる結果となっている。

【0016】また、工場の生産ラインなどと云ったような大掛かりな電気システムを設計する場合においては、電気システムの複雑化と多様化に伴い、ユーザが予め機器の選定及び仕様の決定を行い、表計算ソフトやデータベース入力ソフトなどを用いて設備機器リストを作成する時点での、機器選択の誤り、機器仕様の誤り、記入漏れその他のケアレスミスなどが発生し易かった。

【0017】また、機器の接続関係と機器属性に基づき、ユーザがCADツールやドローツールを用いて、機器図形を描画すると共に、必要に応じて機器の仕様も記入して単線結線図を作成する際にも、接続の誤り、図形の誤り、記入漏れ、仕様の記入誤りや漏れ、その他のケアレスミスが発生し易かった。

【0018】また、設計変更の際しての仕様の再計算、図面編集などに関わる様々な作業における誤りが発生し易かった。また、設計する電気システムが大規模であったり複雑であった場合、設計変更箇所の影響範囲の判定に誤りが発生し易かった。

【0019】また、幾つかのツールを個別に利用するため、設備機器リストと単線結線図の双方で同じ情報を含んでいるにも関わらず、成果物を別々に作成することになり、単線結線図と設備機器リストの間の一貫性保持、代替案の作成、設備変更、仕様変更に伴う業務のオーバーヘッドに多くの時間が費やされる。

【0020】このため、最適な設計の立案、システム設計品質の向上が得られるまでに多大なるコストが必要とされてきた。

【0021】また、単線結線図と設備機器リストの描画ルール或いは順序が、設計者によって、異なる場合が多く、設計者間での可読性・親和性を損なう場合があり、これが、設計業務知識の共有を妨げる要因ともなっていた。

【0022】また、業務知識の伝達が必ずしも充分に行われず、経験の浅い業務担当者が妥当性に欠ける成果物を作成することがしばしば発生し、妥当な成果物を作成できるまでの教育に多くのコストを要していた。

【0023】従って、計算機システムを使用して、各種エンジニアリング業務、サービス業務、電気システム設

計業務などを支援するシステムを構築し、運用する場合に、業務知識の共有ができるようになり、ユーザレベルでの知識レベルの構築やメンテナンスが容易で、また、利用者教育も短時間で実施可能で、しかも、質の良い設計が可能な業務支援装置の早急な開発が囑望されている。

【0024】そこで、この発明の目的とするところは、計算機システムを使用し、各種エンジニアリング業務、サービス業務、電気システム設計業務などを支援するシステムであって、業務知識の共有ができると共に、ユーザレベルでの知識レベルの構築やメンテナンスが容易で、また、利用者教育も容易であり、しかも、質の良い設計が可能な業務支援装置を提供することにある。

【0025】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、本発明は次のように構成する。すなわち、本発明は、各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて用いられるリソースを特定するに必要な仕様情報を提供する仕様情報提供手段と、リソース相互の可能な接続関係とを表わす成果物モデルを提供する成果物モデル提供手段と、業務において必要とするリソース選択知識とリソース仕様決定知識が業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベースと、業務対象の遂行に必要な情報であって、知識ベース上の知識から導出できない必要情報を提供するパラメータ提供手段と、前記仕様情報、前記パラメータおよび前記成果物モデルと前記知識連想ネット形式の知識ベースとを用いて対象業務に必要な要素と関係とを求めると共に、これらの情報から業務対象の目的物を生成して成果として得る推論部と、推論部により得られた業務の成果物に対して、少なくともユーザの指示に基づき、再処理を実施させるべく制御すると共に、その結果に基づき、成果物に対する必要な調整作業を施す成果物調整部とを具備することを特徴とする。

【0026】また、電気機器を特定するに必要な仕様情報を提供する仕様情報提供手段と、電気機器相互の可能な接続関係を表わす電気機器モデル情報を提供するモデル情報提供手段と、電気システム設計業務において必要とする機器選択知識と機器仕様決定知識が業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベースと、設計対象の電気システムの設計に必要な情報であって、設計上の知識から導出できない必要情報を提供するパラメータ提供手段と、前記仕様情報、前記パラメータおよび前記電気機器モデルと前記知識連想ネット形式の知識ベースとを用いて設計対象の電気システムに必要な構成要素と接続関係を求めると共に、これらの情報から図面を生成して電気システム設計結果として得る推論部と、推論部により得られた電気システム設計結果に対し、少なくともユーザの変更指示に基づき、再設計させるべく制御すると共

に、その結果に基づき電気システム設計結果に対する必要な調整作業を施す設計結果調整手段とを具備することを特徴とする。更には、推論部の電気システム設計結果は出力形式が、少なくとも単線結線図であり、設計結果調整手段は必要に応じて、電気システムに用いられた電気機器の仕様等をリスト形式に表した設備機器リストと仕様算出過程を解説する計算書を出力する構成であることを特徴とする。また、設計結果調整手段は、設計過程あるいは電気機器の仕様バランスを解説する計算書を作成する機能を具備することを特徴とする。

【0027】本発明の知識連想テーブル及び知識連想ネット形式の知識ベースにおける連想関係は、各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて必要とされる業務知識が、業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化するものである。ここで扱う連想関係は、“is-a”、“eq”、“has-component”、“component-of”や“単語間の共起関係”等とは異なるものであり、ユーザの知識の可読性と親和性を高めると共に、設計自動化における推論手段が効率的に行われるように、的確な知識を効率的に検索する手段を提供する。

【0028】すなわち、実施しようとするサービス業務あるいはエンジニアリング業務例えば、電気システムの設計業務に関する基本情報をパラメータとして与え、業務を実施させると、推論部は仕様情報と、成果物モデル（電気システムの場合は電気機器モデル）と、知識連想ネット形式の知識ベースを用いて対象業務で必要な要素と関係とを求めると共に、これらの情報から業務対象の目的物（電気システムの場合は電気機器のシステムの設計情報）を生成して成果として得る。また、成果物調整部は推論部により得られた業務の成果物に対して、少なくともユーザの指示に基づき、再処理を実施させるべく制御すると共に、その結果に基づき、成果物に対する必要な調整作業を施す。

【0029】従って、対象業務を電気システムの設計とすれば、電気機器の選定と仕様決定と接続関係導出の自動化、単線結線図の自動生成、設計結果を解説する計算書の自動生成、代替案、設備変更、仕様変更等の変化に即応する再設計を含む設計結果調整等の手段を提供できるようにする。

【0030】また、選定された電気機器とその仕様と電気機器間の電氣的な接続関係と図形データ等が単線結線図のデータ表現上に一元管理される電気機器モデルを提供することができる。

【0031】

【発明の実施の形態】本発明は、各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて必要とされる業務知識が、業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベースを用いて、業務の自動化及び成果物の調整作業を自動化する

ようにしたものである。特に電気システム設計業務では、電気機器の選択、仕様決定、単線結線図作成、図面編集、設備機器リスト作成、計算書作成を自動化する。

【0032】以下、図面を参照して本発明の実施例の詳細を説明する。

【0033】（基本的構成例と概念）作業支援装置作業支援装置は、要求仕様を入力として、人間あるいは、機械的・電子的・化学的に人間の作業を代行するエージェントなどが行う作業を支援するものであって、本発明の一実施例に関わる業務支援装置は、図1および図2に示す如きである。図1は汎用としての業務支援装置の例を示すブロック図であり、図2は業務支援装置を電気システムの特化した場合の構成例を示すブロック図である。

【0034】図1のブロック図に示す本業務支援装置は、少なくとも推論部1および成果物調整部2を有する演算処理装置100と、キーボードやマウスなどによる入力装置101、処理結果や入力情報などを画像として表示する表示装置102、XYプロッタやプリンタなどの印刷装置103、そして、ファイルやデータベース、知識ベース等を記憶保持する大容量外部記憶装置104等からなる。

【0035】大容量外部記憶装置104には、知識ベース3、成果物7、成果物部品8、解説書9、リソース目録10、要求仕様11、入力パラメータ12、知識連想テーブル形式知識ベース13等の各種ファイルや情報が保持される。

【0036】また、演算処理装置100には、推論部1および成果物調整部2に加え、知識ベース3を編集する知識エディタ4及びユーザが編集した知識を推論部1が直接用いる形式の知識ベースに変換する知識コンパイラ5を具備させるようにすることにより、ユーザや様々な条件の変化に即応できる一層有効な装置となるようにしている。

【0037】演算処理装置100における推論部1は、少なくとも要求仕様を入力とし、知識ベース3を参照して人間或いは知的エージェントの作業を自動化するものである。また、必要に応じて、付加的な情報を伝える入力パラメータ12及び成果物7の作成に用いる部品となる成果物部品8を入力することにより、効果的な業務自動化が行なわれる。

【0038】成果物調整部2は、成果物7の情報を入力として、少なくとも、ユーザによる成果物7の編集を支援するものである。また、この成果物調整部2は、必要に応じて、成果物作成の根拠や妥当性を解説する解説書9及び成果物7で取り扱われているリソースの目録10を出力できる構成にする。これにより、一層効果的にユーザの業務を支援することができる構成となる。

【0039】また、本発明の知識ベース3は、少なくとも成果物モデル3aとリソース選択知識及びリソース仕様決定知識を表わす知識連想ネット形式知識ベース3b

からなる。また、知識ベース3は、必要に応じてリソース選択知識及びリソース仕様決定知識のすべて或いは一部を知識連想テーブル形式で構築する。

【0040】但し、知識連想ネットを、ユーザに対して知識連想テーブル形式で表示するインタフェース手段とユーザの編集操作に応じて知識連想ネットを直接編集する手段とを備える知識エディタ4を利用する構成の場合は、必ずしも知識連想テーブル形式で知識ベース3を構築する必要はない。

【0041】本発明システムにおける成果物モデル3aは、最終的に得られる結果としての成果物7を構成するリソースを、十分に特定できる仕様と、可能な接続関係とを表現する。

【0042】本発明における知識連想ネット及び知識連想テーブルでは、一般に連想関係として用いられている“is a”、“eq”、“has - component”、“component - of”や“単語間の共起”等の関係とは異なり、各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて必要とされる業務知識が、業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化するものである。

【0043】本発明では、知識間の連想関係を次のように分類して利用する。

【0044】『選択的連想』： 幾つかの競合する連想からどれかが選択されるような連想。

『直接的連想』： 具体的なリソース（機器名）から直接起こる連想。

『連鎖的連想』： ある知識を連想したことにより、更に引き起こされる連想。

『メタ連想』： 本来幾つかの知識とそれに基づく推論形式があり得るときに、その知識及びそれに伴う推論方式を明確に示す“How To的”な連想。

上述の連想関係は、知識連想ネット形式においては、「知識間の連想リンク」として表現されるが、知識連想テーブル形式では、次にあげる連想詞を用いて表現する。

【0045】『選択連想詞』： 選択的連想を知識連想テーブル形式で表現するための言葉、記号、ID（識別コード）など。

『直接連想詞』： 直接的連想を知識連想テーブル形式で表現するための言葉、記号、IDなど。

『連鎖連想詞』： 連鎖的連想を知識連想テーブル形式で表現するための言葉、記号、ID、罫線など。

『メタ連想詞』： メタ連想を知識連想テーブル形式で表現するための言葉、記号、IDなど。

ここで、一般に、業務において用いられる知識は、多岐に互ることが多く、これに伴い、業務上のタスクやリソースにより、知識が分散されて提供されることが多い。こうした知識は、上述のような連想関係をそもそも内包しているため、個別の知識間では冗長な部分も多分に含んでいる。

【0046】そして、こうした知識を個別に知識ベース化すると、知識の一貫性保持や矛盾・誤りの検出や作成・編集効率、推論効率等の点で不利となる。

【0047】そこで、本発明では、上述のような「連想関係を元に、業務上の互いに連想関係にある知識を結合する」ことで、上記問題の解消を図ると共に、エンドユーザにとって可読性・親和性が高く、かつ、推論効率も高い知識ベースを構築することが出来るようにしている。

【0048】本発明システムでは、知識ベース3は成果物モデル3aと、知識連想ネット形式知識ベース3bとを備えているが、知識連想ネット形式知識ベース3bは、リソース選択知識とリソース使用決定知識とから構成されている知識連想ネット30を持つ。

【0049】知識連想ネット形式知識ベース3bにおける知識連想ネット30の基本構成は、例えば、“Manager - Obj”、“知識A”、“知識B”、“知識C”、“知識D”等、や“知識A1”、“知識A2”等をネットワークで関連付けたものである。

【0050】これらのうち、“Manager - Obj”は、“知識A”、“知識B”、“知識C”、“知識D”、“知識A1”、“知識A2”等を統括するものである。

【0051】図1に示した一例としてのこの知識連想ネットのオブジェクトは、“知識A1”、“知識A2”等との互いに競合する選択的連想関係と、“知識B”、“知識C”、“知識D”等との直接的連想関係により接続されている様子を示している。

【0052】“知識A2”は、“知識B”及び“知識C”との連鎖的連想関係で接続されており、更に、“知識C”は推論手段に関する“知識C_inf”とメタ連想関係により接続され、“知識D”とは連鎖的連想関係により接続されている。

【0053】このようなことが、知識連想ネットにより表現されている。

【0054】この知識連想ネットでは、支援しようとしている作業において、互いに連想し合う知識間が相互に接続されるとともに、知識ベース3内の特定のリソースに関する知識への直接的連想関係が、当該連想ネットに保持されていることを利用して、業務を支援する推論（処理）過程に沿って知識を効率的に引き出せるので、無駄な探索を行わずに済み、従って、推論（処理）効率の著しい向上が期待できる。

【0055】また、知識連想テーブル形式知識ベース13には符号130を付して示すように、知識シート130a、130b、130c等からなる知識連想テーブルが保持される。これは例えば、表計算アプリケーションソフトで提供されるスプレッドシートを利用して形成される。

【0056】図1に示した知識連想テーブル130の例は、汎用表計算アプリケーションのスプレッドシートを

利用して作成されたものであって、次のようなことが示されている。すなわち、“知識A1”、“知識A2”等の集合である“選択知識A”のシート130aには、上述した選択連想詞が付加されており、この選択連想詞により、『“Manager-Obj”と個々の“知識A1”、“知識A2”等が選択的連想関係により接続される』ようにしたものである、と云うことを示している。また、『“知識A”と“知識B”及び“知識C”は連鎖連想詞により連鎖的連想関係で接続される』ように定めたことが表わされている。

【0057】また、この例では、知識シート103cの“知識B”は、『直接連想詞により“Manager-Obj”と直接的連想関係が接続されている』と云うことを定めたことを示している。更に、知識シート130bには、“知識C”は『“Manager-Obj”との直接的連想関係と、連鎖連想詞（罫線）による“知識D”との連鎖的連想関係と、メタ連想詞による推論（処理）手段に関する知識とのメタ連想関係とが接続されている』と云うことを定めていることを示している。

【0058】このように、本発明システムにおける知識連想テーブル130では、例えば、スプレッドシートを用いてこれに知識や情報を記述し、連想詞を用いて互いに連想関係にある知識間を結合すると云う表現形態を採用することで、知識の重複を防ぎ、知識の過不足の判定と連想される知識間での矛盾チェックがし易いようにしている。そのため、知識や情報の作成効率とメンテナンス効率が共に、優れたものとなっている。

【0059】以上の、一般的な業務支援装置を、電気システム設計に特化した場合でのシステム構成例を次に示す。

【0060】（実施形態1）

〔電気システム設計支援装置の例〕図2は、本発明の一実施例に関わる電気システム設計支援装置を表すブロック図である。なお、ここで云う電気システム設計とは、例えば、電気設備を設置するためにその設備を設計するにあたり、その設備の発注者等が必要とするその設備の負荷の要求仕様から、負荷そのものの仕様をより明確にするとともに、負荷を運転するのに必要な制御機器及び給電設備の仕様を決定する、と云ったようなことを指している。

【0061】図2に示すように、本発明による電気システム設計支援装置は、図1の構成と同様に、推論部1と設計結果調整部2とを有する演算処理装置100と、キーボードやマウスなどによる入力装置101、処理結果や入力情報などを画像として表示する表示装置102、XYプロッタやプリンタなどの印刷装置103、そして、ファイルやデータベース、知識ベース等を記憶保持する大容量外部記憶装置104等からなる。

【0062】大容量外部記憶装置104には、知識ベース3、図1での構成における成果物7に該当する設計結

果7A、成果物部品8に該当する図形部品8A、解説書9に該当する計算書9A、リソース目録10に該当する設備機器リスト10A、要求仕様11に該当する付加リスト11A、そして、入力パラメータ12、および知識連想テーブル形式知識ベース13等の各種ファイルや情報が保持される。

【0063】また、演算処理装置100には、図1の構成同様に、推論部1および成果物調整部2に加え、知識ベース3を編集する知識エディタ4及びユーザが編集した知識を推論部1が直接用いる形式の知識ベース3に変換するための知識コンパイラ5を具備しており、これにより、ユーザや様々な条件の変化に即応できるようにしている。

【0064】図2の構成の場合、対象は電気システムの設計支援を対象としており、従って、推論部1は、少なくとも負荷の仕様をまとめた負荷リスト11Aを入力とし、電気システム設計用に特化した知識ベース3を参照して電気システムの自動設計を行う。本実施例の推論部1の主な設計結果は単線結線図とする。必要に応じて、付加的な情報を伝える入力パラメータ12及び設計結果の出力形式の部品として図形部品8Aを入力することにより、効果的な設計作業を実施できる。

【0065】設計結果調整部2は、電気システム設計結果（本実施例では単線結線図）を入力として、少なくとも、ユーザによる設計結果の編集を支援する。必要に応じて、設計上の根拠や妥当性を表わす情報などを記載した解説書（本実施例では、機器の仕様の根拠と妥当性を説明する計算書9A）及び設計結果で取り扱われているリソースの目録（本実施例では、設備機器リスト10A）を出力できるようにしている。

【0066】知識ベース3は、電気機器モデル3Aと機器選択知識及び機器仕様決定知識を表わす知識連想ネット形式知識ベース3Bからなる。また、必要に応じて機器選択知識及び機器仕様決定知識のすべて或いは一部を知識連想テーブル形式で構築する。或いは、知識連想ネットをユーザに対して知識連想テーブル形式で表示するインタフェース手段とユーザの編集操作に応じて知識連想ネットを直接編集する手段とを備える知識エディタを利用する場合は、必ずしも知識連想テーブル形式で知性ベースを構築する必要はない。

【0067】本発明システムにおける電気機器モデル3Aは、電気システムを構成する電気機器を十分に特定できる仕様と、可能な電氣的接続関係とを表現したモデルである。

【0068】本発明システムにおける知識連想ネット30及び知識連想テーブル130は、一般に連想関係として用いられている“is-a”、“eq”、“has-component”、“component-of”や“単語間の共起”等の関係とは異なり、電気システム設計業務における実際の知識の連想過程或いは連想構造をモデル化する。

【0069】そして、本発明システムでは、知識間の連想関係を、図1の構成と同様に、『選択的連想』（幾つかの競合する機器や仕様選択に関する知識に対する連想からどれかが選択されるような連想）、『直接的連想』（電気機器の名称や型式などから直接起こる電気機器に関する知識への連想）、『連鎖的連想』（ある機器の知識を連想したことにより、更に引き起こされる他の機器に関する知識への連想）、『メタ連想』（電気機器の選択方法や仕様決定方法に、本来幾つかの知識とそれに基づく推論形式があり得るときに、その知識及びそれに伴う推論方式を明確に示す“How To的”な連想）、に分類してある。

【0070】そして、このような連想関係は、知識連想ネット形式においては、知識間の連想リンクとして表現されるが、知識連想テーブル形式では、選択連想詞、直接連想詞、連鎖連想詞、メタ連想詞等の連想詞を用いて表現する。

【0071】電気機器・設備のシステム設計業務において用いられる知識は、電気機器・設備の複雑化と多様化に伴い多岐に亘っている。例えば、電気機器やそれを使用した設備は様々であり、その電気機器を製作している部門或いは製作を引き受ける会社は多数存在する。

【0072】このことから、様々な電気機器・設備に関する業務知識も同様に分散されて提供される。電気機器・設備の設計者は、こうした知識をタスク毎、電気機器・設備グループ毎に切り替えつつも整合性を保ちながら業務を進める。

【0073】電気機器・設備等が互いに仕様の接点を持つように、各機器・設備に関する知識も連想関係をそもそも内包している。このため、個別の知識間では冗長な部分も多分に含んでいる。こうした知識を個別に知識ベース化すると知識の一貫性保持や矛盾・誤りの検出や作成・編集効率、推論効率等の点で不利となることから、本発明システムでは、上のような連想関係を元に電気機器・設備のシステム設計業務上の互いに連想関係にある知識を結合することで、上述の問題を解決すると共に、電気システム設計者（エンドユーザ）にとって可読性・親和性が高く、かつ、推論効率も高い知識ベースを構築することが出来るようにしている。

【0074】図2の知識連想ネット30と知識連想テーブル130については、図1で説明した通りである。そして、この知識連想ネット30では、支援しようとしている作業において、互いに連想し合う知識間が相互に接続されると共に、知識ベース3内の特定のリソースに関する知識への直接的連想関係が保持されていることを利用して、業務を支援する推論（処理）過程に沿って知識を効率的に引き出せるので、無駄な探索を回避でき、推論（処理）効率の向上効果が期待できる。

【0075】次に、このような構成の本電気システム設計支援装置の作用を説明する。ここでは、多数台のモータを用いた生産設備の電気系統の設計支援を行う場合を

例に、作用を説明する。

【0076】本システムでは、最初に必要な情報の入力を行う必要がある。ここで、必要な情報とは、知識ベース3における電気機器モデル3A、知識ベース3における知識ネット30形式の機器選択知識および機器仕様決定知識、そして、成果物部品8に該当する図形部品8A、解説書9に該当する計算書9A、リソース目録である設備機器リスト10A、要求仕様11に該当する付加リスト11A、入力パラメータ12、知識連想テーブル形式知識ベース13である。

【0077】〔電気システム設計支援装置への入力〕
＜入力パラメータ12＞入力パラメータは、設計上の知識から導出されない情報を本装置に与えるのに用いる。この情報は、単線結線図のデータの一部として記憶される。例えば、『発注者についての情報』、『インフラの条件』、『書類記載上の条件』、『設計する上での条件』等である。

【0078】図3の例では、『発注者についての情報』としては、ある電気システムを設備するために、その電気システムを発注した依頼人としての『会社名』、当該発注した電気システムの属する『設備名』などがあげられる。

【0079】『インフラの条件』としては、設備の電源として用いる『母線電圧』、『電源の周波数』などがあげられる。

【0080】『書類記載上の条件』としては、図面を記載する『電気規格』、図面で用いる『言語』などがあげられる。『設計する上での条件』としては、『特別高圧母線と高圧母線の間を接続する動力遮断器と動力トランスの有無』と、『配電設備のロードセンタ利用の有無』と、『補機に電力を供給するトランスの容量の制限（但し、当該制限があれば）』と、『同期モータを駆動する際に用いられる界磁装置に電力を供給する界磁トランスを一つの遮断器に対して並列に接続するような回路を作成するか、界磁トランスと遮断器を1対1で接続するか』の選択』と云ったようなものがあげられる。このような情報が、パラメータとして設定され、本支援装置に与えられる。

【0081】＜負荷（モータ）リスト11A＞負荷（モータ）リスト11Aは、動力を発生するモータを始めとして、様々な形態で電力を消費する電気機器の要求仕様を表わしたリストであり、リスト内の基本的項目については、目的の電気システムを設計しようとしている設計者が情報を予め登録する。

【0082】本実施例では、図4の形式の負荷（モータ）リストを用いて説明する。図4の負荷（モータ）リストは、例えば、製鉄分野における圧延加工のためのプラントにかかわる電気システム系統の設計の場合での必要な負荷リストの一部を示しており、当該プラントの構

成要素であるエントリテンションリール (Entry Tension Reel) 用、メインロールドライブ (Main Roll Drive) 用、エントリペイオフ (Entry Pay-off Reel) 用、ペイオフリールコイルカー (Pay off Reel Coil Car) 用、第1エリアのローラテーブル (Roller Table in area 1) 用、…と云った設備毎の必要とするモータの詳細なリスト示したものである。リストの内容は、図4に示す如く何台のモータで構成されていて容量、回転数、電圧、電流、定格はどのくらいであり、型式は何で、制御形式は何であり、オーバロードの限界条件はどのようなものかなどを規定している。

【0083】このような負荷リストに上げられた情報のうち、『用途/品名』と『数量』の他、少なくとも、『容量』と『制御方法』が定めれば他の項目は空欄であっても、電気システムの自動設計を始めとする各種編集支援機能を実施することができる。勿論、利用する情報を増やすことで、求められる成果物の精度や自動生成されるべき内容を充実させることができる。

【0084】本実施例では、負荷リストに上げられた『項番』、『用途 品名』、『数量』、『容量』、『回転数』、『電圧』、『制御方法』、『OVERLOAD』、『付属品及び備考』の各情報を用いて、電気システムの自動設計を始めとする各種編集支援機能を実現する支援装置を示す。

【0085】一口にモータと云っても、その構造は様々であり、また、モータを制御するドライブ装置も種々のものがあり、ドライブ装置とモータとの接続方法にも多くの組み合わせがある。従って、電気システムの設計における、組み合わせ爆発を防ぎ、また、電氣的に妥当な組み合わせのみに絞り込み、最良の組み合わせを選択する必要がある、そのための一つの方法として、本実施例では、標準的なモータ構造とドライブ装置の選択規則及び接続規則とを定め、それ以外のものについては、付属品及び備考欄の情報を用いてユーザが指定すると云う形態をとるようにする。

【0086】一般的な設計手順を考えてみる。モータを含む電気システムの場合、そのシステムのモータを駆動させるにはドライブ装置が必要であり、種々の機種の中から目的のモータを選定したならば、そのモータとどのドライブ装置を組み合わせ、どのように接続しなければならないかを決めて接続図を作成しなければならない。従って、これらを決めるための手掛かりとなる情報を収めたものが、負荷 (モータ) リスト11Aである。従って、設計しようとする電気システムの構成要素とその要素の必要事項を登録した負荷 (モータ) リスト11Aを設計者は用意する。

【0087】なお、例えば、標準的なドライブ装置とモータの接続方法として、1対1に接続する方法を選択した場合には、ドライブ装置とモータが“1:N”の関係になる接続方法を避ける必要が生じるが、この“1:

N”関係になる接続法を選ぶことがないようにする選別方法として、リストの『付属品及び備考』の欄の情報を活用するようにするのも良い。これは、『付属品及び備考』の欄を利用した注意事項と云うことができるから、リスト作成時にその情報をここに書き込んでおき、後で参照するだけで良いので、簡単に実現可能で合理的な手法である。

【0088】“1:N”に接続される例としては、圧延プラントにおける「ローラテーブル」と呼ばれる装置での用途や、「メカタイ」と呼ばれる機械的にモータを連結した適用方法を用いる場合等で、しばしば用いられるが、それ以外の用途での適用は避ける必要がある。

【0089】なお、適用可能な用途や適用方法を表わす一つの例として、次のように記載するのも良い。

・『ローラテーブルの判定』: モータリストの備考欄に“1:N_6+8+11”と半角で記載する。“1:N_”で「ローラテーブル」を表わし、“6+8+11”の部分で「モータのグループ分け」を表わす。

【0090】・『メカタイの判定』: 備考欄に“Tie_2+2”と半角で記載する。“Tie_”で「メカタイ」を表わし、“2+2”の部分で「モータのグループ分け」を表わす。

【0091】なお、一例として標準的なモータ構造をモータの極数変化がないものとする場合、極数変化 (ポールチェンジ) があるものについては、巻線を2つ用いて極数を変化させる“DualWinding”なのか、1つの巻線で極数を変化させる“SingleWinding”なのかに基づいて、次のように記載するようにしても良い。

【0092】・“DualWinding”の場合: 備考欄に“PC1”と半角で記載する。

【0093】・“Single Winding”の場合: 備考欄に“PC2”と半角で記載する。

【0094】負荷 (モータ) リスト11Aには、このような観点で、『項番』、『用途 品名』、『数量』、『容量』、『回転数』、『電圧』、『制御方法』、『OVERLOAD』、『付属品及び備考』の各情報を記述しておく。

【0095】<図形部品>本支援装置は設計対象物の図面を作図する機能を持つ。従って、種々の構成要素の作図のための図形部品がデータとして用意されるが、これを部品名と共に予め登録したものが図形部品ファイル8Aである。図形部品は部品名対応のものを読み出して、レイアウトし、ディスプレイしたり、プリント出力に利用したりすることができる。

【0096】<電気システム設計支援装置の出力としての単線結線図>本実施例では電気システム設計の結果を、例えば、図5に示す如きの形態により、負荷を始め、負荷を滞りなく制御・運転するために必要な電気機器・設備の単線結線図として出力する。このため、単に図形を図示するだけでなく、機器の仕様とその仕様を導

き出す根拠となる情報等も具備する。

【0097】また、設計する電気システムの規模が大きい場合には、図面は用紙サイズの関係で定型の用紙1枚に全てを書き出すことはできないから、用紙サイズの範囲で書き出すことになり、母線などは各葉毎に分断して表記されることになる。つまり、途切れた表示となる。従って、どの紙葉の図面とどこで繋がっているのかを把握できないと困ることになるので、これを呼び合い番号で表現し、繋がり関係が判るようにする。

【0098】すなわち、機器間の電気的な接続関係の他に、図面上の接続関係を持たせて関係の把握ができるようにするために、本システムでは『呼び合い番号』を適宜挿入する。従って、この『呼び合い番号』というのは、図面サイズの都合で、幾つかのページに分割して図面を表示或いは出力する場合に、電気的な関係を維持したままページを隔てるための一手段である。

【0099】遮断器とトランスの間、ページを跨いだ同一の母線を表わす図形の間、トランスと母線の間、分電盤とその下位に接続される母線の間、同期モータに用いる界磁装置の遮断器からモータまでの間、等に当該『呼び合い番号』は適宜挿入される。

【0100】＜電気システム設計支援装置の出力としての計算書9A＞計算書9Aは、機器の仕様を導き出した根拠と、仕様の妥当性を表わす情報、等を用いて機器の仕様が決まる過程を解説するものである。ユーザは、当該計算書9Aにより、正味の値と機器の持つ能力（定格）とのバランスを確認したり、調整箇所を選定するなどの設計精度や妥当性の確認に関わる作業を効率的、かつ、正確に行うことが出来る。また、ユーザが設計結果を、発注者や承認者などに解説する場合及び設計結果の再利用やリエンジニアリングする場合などにおい

$$\text{負荷率} = \frac{\text{実負荷容量}}{\text{定格負荷容量}} = \frac{\text{実負荷電流}}{\text{定格負荷電流}}$$

【0106】『稼働率』：同一の母線或いはそれに相当するもので互いに並列に接続されたドライブ装置間、分電盤間、トランス間、遮断器間等において、制御手順及び運転方法等によって、各々同列の機器の下での負荷発生に、時間的なずれや排他的な制御等により、各々の機器以下が常に稼働するとは限らない。この時の各々の機器が稼働する割合を稼働率で表わす。たとえば、通常使うポンプと予備のポンプがある場合に、排他的な運転をするものは、どちらかの稼働率を“0.0”に設定することもできる。また、ある負荷Aと負荷Bが交互に運転され、双方の運転の負荷-時間曲線（図7）に重なりがある場合など、双方の稼働率を“0.7”等に設定することもできる。

【0107】『平均稼働率』：同一の母線或いは電気的にそれに相当するもので互いに並列に接続されたドライブ装置、トランス、分電盤、遮断器等のグループがある

て、有効な資料となる。

【0101】図6は、計算書9Aの一例を表わしている。この計算書9Aでは、電気システム設計において、モータの定格電流及び定格容量からトランスの電流及び容量が決定されるまでの間に用いられる主な要因があげられている。なお、ここにあげた要因を網羅する必要が無ければ、当然のことながら、不要なものについては取り上げなくても良い。また、要因としては、オーバーロード（過負荷）、電圧等、ここに取り上げたものの以外の項目でも、必要に応じて加えるのも良い。

【0102】＜設備機器リスト10A＞設計が終了した段階で設計対象システムの構成要素は具体的に特定されている。それをリストアップしたものが、この実施例での設備機器リスト10Aであって、電気設備に用いられる機器を十分に特定するための仕様のリストである。ここではドライブ装置、トランス、遮断器などの機器について、その種別毎に製品仕様を細かく記述したリストが設計結果調整部20によって作成される。当該リストには、負荷率、稼働率、平均稼働率等の情報も記述されている。

【0103】以下に、用語（負荷率、稼働率、平均稼働率）の定義をしておく。

【0104】『負荷率』：機器或いは機器のグループの定格容量（或いは、電流など）と正味の容量（或いは、電流など）との比である。定常状態の場合（連続負荷率）やピーク出力時の場合（ピーク負荷率）など幾つかの状況における値が考えられる。デフォルト値は“1.0”とする。

【0105】

【数1】

時、各々の機器グループ全体としての稼働率を平均稼働率で表わす。平均稼働率は、ドライブ装置よりも上位の機器（下位の機器を束ねるトランス、CPE、分電盤等の機器）の容量や電流が決定されたときのグループ全体としてどの程度の稼働率を考慮したかの目安となる。

【0108】例えば、ドライブ装置の実負荷容量に稼働率を掛けた値の和を、ドライブ装置グループの上位の機器の容量決定に用いる場合、この時にドライブ装置グループ全体としての稼働率を平均稼働率で表わす。同一の母線或いは電気的にそれに相当するもので互いに並列に接続されたドライブ装置、トランス、整流器（CPE）、分電盤等のグループがある時、各々の機器の稼働率と正味実負荷容量を用いて下の式により、そのグループ全体としての平均稼働率を求めることができる。

【0109】平均稼働率は、正味の負荷容量の総和と実際にその設備を運転するために必要な容量との比ともい

える。稼働率の定義で述べたように制御上のコーディネーションにより、すべての負荷が常にフル運転しているわけではない。

【0110】このことから、実際に必要な容量は、正味

$$\begin{aligned} \text{平均稼働率} &= \frac{\sum_{k=1}^M (\text{正身実負荷容量} k \times \text{稼働率} k)}{\sum_{k=1}^M \text{正身実負荷容量} k} \\ &= \frac{\sum_{k=1}^M (\text{正身実負荷電流} k \times \text{稼働率} k)}{\sum_{k=1}^M \text{正身実負荷電流} k} \end{aligned}$$

ただし、Mは1台のトランス、GPE、ノーヒューズブレーカー等に接続されたモータおよび負荷の数。k=1, ..., M。

【0112】上記した『負荷率』、『稼働率』、『平均稼働率』の対象を図示すると図8の如きとなる。

【0113】＜知識ベース3＞本支援装置においては、電気システムの設計に当たり、電気機器モデルと、機器選択知識及び機器仕様決定知識を表現する知識連想ネットと知識連想テーブル、とを用いる。これら電気機器モデル、知識連想ネットおよび知識連想テーブルを取めたものが知識ベース3である。

【0114】3Aが電気機器モデルであり、当該電気機器モデル3Aは、電気システムを構成する各電気機器に関して、十分に特定できる仕様と可能な接続関係とが表現されたモデルの情報を持つ。すなわち、設計にあたっては設計対象システムの構成要素を具体的に特定していく必要があり、そのために、製品として実際に利用可能なもの例えば、既製品としてのモータならモータの、ドライブ装置ならばドライブ装置の、各機種別に仕様と可能な接続関係とが表現されたモデル情報を備える。

【0115】3Bが知識連想ネットであり、この知識連想ネット3Bは機器選択知識と機器仕様決定知識を持つ。これらのうち、『機器選択知識』は、可能な接続関係の中で具体的な機器を選択するための知識を表わす。また、『機器仕様決定知識』は、機器の特性や他の機器との関係を表わす知識と、特性を表わす知識と利用条件とから機器の仕様を決定するための知識を表わす。

【0116】『機器選択知識』と『機器仕様決定知識』は、知識連想ネット形式で表現した知識ベースとして蓄積される。また、『機器選択知識』と『機器仕様決定知識』とから、『機器の基本原理に基づく知識』と、『製品或いは型式に依存する知識』とを抽出し、『製品或いは型式に依存する知識』については、知識連想テーブル形式の知識ベース13にも蓄積する。

【0117】知識連想ネット及び知識連想テーブルは、

の負荷容量の総和よりも一般に少なくなる。

【0111】

【数2】

知識の実際的な利用においてどの様に連想されて行くかに則した連結がなされると共に、知識をダイレクトに検索する機構も備えていることから、無駄な探索を行わず推論が効率的に行われると共に、知識の過不足の判定と連想される知識間での矛盾チェックがしやすいことから、作成効率とメンテナンス効率とにも優れている。電気システム設計のみならず、様々なエンジニアリング知識の構築に利用できる。

【0118】ここで、前述の電気機器モデル3Aについてもう少し詳しく説明しておく。

【0119】電気機器モデル3Aは、「電気機器の仕様」、「電気的接続関係」、「電気的な関係を図示するために用いる接続関係」とをオブジェクトとして記述したモデルで、例えば、図9に示す如きものである。ここで、オブジェクトとは、データを保持し、内部でデータの操作或いは報告を行うための手順のセットを持つものである。オブジェクトにはクラスとサブクラスがあり、最初にクラスを定義すると、そのクラス内のオブジェクトを生成するためのテンプレートとして機能する。

【0120】電気機器モデル3Aは、少なくとも電気機器を十分に特定できる仕様と、電気的な接続関係と、電気的な関係を図示するために便宜上用いる接続関係の情報とを具備する。

【0121】図9は本実施例の電気設計支援装置で用いるオブジェクトとその接続関係とを表わしている。接続関係には、「1対多」の関係と「1対1」の関係とがある。また、以下の説明で、図面における上層位置にあるオブジェクトほど、上位に接続されているものとする。

【0122】例えば、モータに関するオブジェクトである“Motor”オブジェクトの上位に、ドライブ装置に関するオブジェクトとしての“Drive”オブジェクトがあり、更に上位に母線に関するオブジェクトである“DCBU

S”（直流母線）オブジェクト或いは“LV-BUS”（交流母線の一種で低電圧母線）オブジェクトが接続されているという関係が表されている。また、図9において、

“Smotor”オブジェクトは“Motor”オブジェクトの一種であり、“Cycloconverter”、“DC_Drive”、“V_F”、“MCC”、“Inverter”等の各オブジェクトはそれぞれモータ駆動制御のためのドライブ装置に関するオブジェクトである“Drive”オブジェクトの一種である。

【0123】SLDは、電気機器モデルのオブジェクトではないが、本システムでは図面作成上での重要な役割を担う。すなわち、このSLDは、図面作成上での要（かなめ）となるべきオブジェクトであり、マネージャとしての機能を持つもので、設計する設備名などの如き設計図の名称や図面番号、用紙サイズ、連係すべき対象と云ったことが定義できるようになっており、図面作成の書き出しの第1歩を踏み出す足がかりとなる情報が含まれている。

【0124】本発明の支援装置で用いられる知識連想ネット形式の知識ベース3においては、様々な業務知識を体系化する上で、連想関係を用いている。この連想関係は、業務において知識がどの様に連想され得るのかをモデル化したものである。このことについて、少し掘り下げて説明してみる。

【0125】知識ベース3で使用している知識連想ネットの連想関係の詳細について、一例として、図10を参照して説明する。

【0126】図10は、知識連想ネットの基本構成例であり、図10の（a）は全ての機器に関して共通の基本構成を示しており、また、（b）はモータの、そして、（c）はドライブ装置とブレーカ（遮断器）に関する知識連想ネットの連想関係例を示している。

【0127】図10（a）により、“SLDParts_Selector”、“SLDParts_SelectRule”、“SLDParts_OrientedKn”等のクラスから派生するクラスのインスタンスオブジェクトと、その間の連想関係を基本構成要素とする知識連想ネット形式を説明する。

【0128】ここで“SLDParts_Selector”の派生クラスとしては、“Motor_Selector”、“Pfeff_Selector”、“Drive_Selector”、“Breaker_Selector”などがあり、同様に“SLDParts_SelectRule”、“*_SelectRule”などの、“SLDParts_OrientedKn”にも、“*_OrientedKn”などの派生クラスがある。

【0129】ここで“SLDParts_Selector”の派生クラスのインスタンスオブジェクト（以下、簡単に“SLDParts_Selector”とする）は、連想関係の作成と取り纏めを行い、連想関係のある知識の固まりを管理する処理機能を有するマネージャである。また、“SLDParts_SelectRule”の派生クラスのインスタンスオブジェクト（以下、簡単に“SLDParts_SelectRule”）は、基本的には機器選択知識を表わし、“SLDParts_OrientedKn”の派

生クラスのインスタンスオブジェクト（以下、簡単に“SLDParts_OrientedKn”とする）は、基本的には機器仕様決定知識を表わす。

【0130】そして、マネージャである“SLDParts_Selector”と、機器選択知識である“SLDParts_SelectRule”との間には『選択的連想関係』があり、また、機器選択知識である“SLDParts_SelectRule”と機器仕様決定知識である“SLDParts_OrientedKn”との間には『連鎖的連想関係』があり、マネージャである“SLDParts_Selector”と機器仕様決定知識である“SLDParts_OrientedKn”との間には『直接的連鎖関係』があり、また、機器仕様決定知識である“SLDParts_OrientedKn”には、自身のオブジェクトに関連付けられた仕様決定手段を切り替える『メタ連想』関係がある、と云ったことが定義されている。

【0131】なお、『メタ連想』関係の切替えは、ユーザが知識連想テーブル130での『メタ連想詞』の編集により行うのも良く、また、選択知識と仕様決定知識の知識の配分は柔軟に設計しても良い。例えば、対象がモータ等である場合のように、機器選択知識が複雑になり、幾つかの段階を経て機器の選択を行う必要がある場合などにおいては、必要に応じて、機器選択知識を“SLDParts_OrientedKn”にも記述するのも良い。

【0132】更に、分電盤の場合のように、機器仕様決定規則が比較的簡単化出来る場合などにおいては、“SLDParts_OrientedKn”を用いずに、“SLDParts_SelectRule”で表現するのも良い。また、ある機器仕様決定知識から連想される他の機器の機器選択知識及び機器仕様決定知識が比較的簡単化できる場合においては、連鎖的連想関係を敢えて作成せずに、連想元の知識の一部として表現するようにしても良い。

【0133】また、“SLDParts_Selector”間或いは、他の“SLDParts_Selector”が統括している知識にも連想する場合は、“SLDParts_Selector”同士で連鎖的連想関係を結んでも良いし、他の“SLDParts_Selector”オブジェクトが統括している知識に対して連鎖的／直接的連想関係を確立するのも良い。また、“SLDParts_Selector”、“SLDParts_SelectRule”、“SLDParts_OrientedKn”から派生するオブジェクトのみを用いるとは限らず、これらのオブジェクトを補佐する形で、必要に応じて、オブジェクトを作成し、そのオブジェクトとの連想関係を作成するようにするのも良い。

【0134】“SLDParts_Selector”から“SLDParts_OrientedKn”への直接的連鎖関係は、インデックス“Index”付きのリンク（つまり、ハッシュ表などを用いて実現し、検索キーから直接的にオブジェクトを辿るようにするリンク）を用いて実現するのも良い。このインデックス“Index”は、機器の特定が既に出ており、その機器に関する知識を改めて検索するとき用いる。これは、人間が特定の機器名を耳にしたときに、その機器

に関する知識が即座に思い浮かんでくる如き場合での連想に似ている。尚、インデックス“Index”のキーとしては、「機器の名称」、「型式」、「知識連想テーブルで用いられる連想詞」などを用いるのも良い。

【0135】インデックス“Index”を張るのは、必ずしも“SLDParts_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトとは限らず、必要に応じて“SLDParts_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトから更に連想されるオブジェクトに張っても良い。

【0136】次に、上述の基本構成に沿った、モータ、ドライブ、母線、CPE（整流器）、トランス、遮断器に関する知識連想ネットの例を説明する必要があるが、考え方の基本は同じであるので、ここでは代表して、「モータに関する知識連想ネット」、「ドライブに関する知識連想ネット」、「遮断器に関する知識連想ネット」を説明する。

【0137】なお、CPE（整流器）とトランスに関する知識は、本実施例では、ドライブ装置に関する知識連想ネットに統合するかたちをとっている。

【0138】次に、モータに関する知識連想ネットについて説明する。図10（b）および図15に示すように、モータに関連する知識は、モータに関しての連想関係の作成と取り纏めを行い、かつ、連想関係のある知識の固まりを管理する処理機能を有するマネージャである“Motor_Selector”のインスタンス・オブジェクトにより束ねられる。

【0139】“Motor_SelectRule”のインスタンス・オブジェクトは、モータ選択知識を表現している。また、この“Motor_SelectRule”のインスタンス・オブジェクトには各々に“Load_OrientedKn”のサブクラスのインスタンス・オブジェクトへの連鎖的連想リンクが張られる。“Load_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトは、仕様決定知識を表現している。

【0140】この例では、仕様決定知識である“Motor_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトからは、『図形部品』を選択するための知識を蓄積する“FigFileSelectRule_D”クラスのインスタンス・オブジェクトへと選択的連想リンクが張られており、また、“Motor_N_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトからは、『図形部品』を選択するための知識を蓄積する“FigFileSelectRule”クラスのインスタンス・オブジェクトへと選択的連想リンクが張られる。

【0141】また、この例でのモータに関する知識連想ネットでは、“Motor_OrientedKn”、“Motor_N_OrientedKn”の各インスタンス・オブジェクトに代わり、“FigFileSelectRule_D”及び“FigFileSelectRule”のインスタンス・オブジェクトに“Motor_Selector”のインスタンス・オブジェクトから直接的連想を表わすインデックス（Index）が張られる。

【0142】また、“Motor_Selector”のインスタン

ス・オブジェクトからは、モータの力率及び効率を求めるための知識を統括する“Pfeff_Selector”クラスのインスタンス・オブジェクトへの連鎖的連想リンクが張られている。そして、“Pfeff_Selector”クラスのインスタンス・オブジェクトからは、“Pfeff_SelectRule”クラスのインスタンス・オブジェクトへの選択的連想リンクが張られている。

【0143】“Pfeff_SelectRule”のインスタンス・オブジェクトには、2種類の知識が融合されている。その一つは、電源周波数毎のモータの回転数とポール数との関係を表わす知識であり、もう一つは、電圧レベル毎のモータ・ポール数と力率・効率との関係を表わす知識である。

【0144】次に、ドライブに関する知識連想ネットについて説明する。図10（c）および図16に示すように、ドライブに関連する知識は、“Drive_Selector”のインスタンス・オブジェクトにより束ねられる。“Drive_SelectRule”のインスタンス・オブジェクトは、ドライブ選択知識を表現しており、この“Drive_SelectRule”のインスタンス・オブジェクトには各々に“Device_OrientedKn”のサブクラスのインスタンス・オブジェクトへの連鎖的連想リンクが張られている。

【0145】“Device_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトは、仕様決定知識を表現している。図では、“Device_OrientedKn”のサブクラス“Inverter_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトとの連鎖的連想リンクが張られていることを示している。

【0146】“Inverter_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトは、“MoCurrDrCapVolBUSVol”のインスタンス・オブジェクトと選択的連想関係があり、また、CPE（整流器）の仕様決定知識である“CPE_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトとは連鎖的連想関係があることが示されている。

【0147】ここで“MoCurrDrCapVolBUSVol”は、『モータ連続電流の上限（ドライブ連続電流の定格）』及び『モータピーク電流の上限（ドライブピーク電流の定格）』と、『ドライブ装置の容量』、『ドライブ装置の出力電圧』、『ドライブ装置が直接接続される母線の電圧（ドライブ装置の入力電圧）との対応関係』に関する知識を表わしている。

【0148】“Inverter_OrientedKn”及び“CPE_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトには、“Drive_Selector”からの直接的連想リンクのインデックス（Index）が張られる。なお、“Inverter_OrientedKn”には、トランスに関する知識も統合されているので、トランスを特定した直接的連想リンクに対応するインデックス（Index）を加えるのも良い。また、必要に応じて他の機器に関する知識連想ネットに連想リンクを張っても良い。例えば、高圧のモータの制御に用いられるコンビネーション・スタータ（CBS）が、遮断機の一

種として分類してある場合には、“Drive_SelectRule”のインスタンス・オブジェクトから、CBSに関する知識が記述された“Breaker_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトへの連鎖的連想リンクを張る、と云った具合である。

【0149】また、“Drive_Selector”から直接的連想リンクを表わすインデックス(Index)を張ることで、遮断器に関する知識に含まれる知識を、CBSのインデックス(Index)キーでダイレクトに検索できるようになる。

【0150】次に、遮断器に関する知識連想ネットについて説明する。図10(c)に示すように、遮断器に関連する知識は、“Breaker_Selector”のインスタンス・オブジェクトにより束ねられる。“Breaker_SelectRule”のインスタンス・オブジェクトは、遮断器選択知識を表現している。

【0151】“Breaker_SelectRule”のインスタンス・オブジェクトには各々に“Breaker_OrientedKn”のサブクラスのインスタンス・オブジェクトへの連鎖的連想リンクが張られる。“Breaker_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトは、遮断器の仕様決定知識を表現している。

【0152】なお、必要に応じて、“Breaker_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトには、“Breaker_Selector”からの直接的連想リンクのインデックス(Index)を張るのも良い。

【0153】このような具合に、知識連想ネット形式の知識ベース3は、インスタンス・オブジェクト間に連想関係を持たせて様々な業務知識を体系化している。

【0154】次に、機器の基本原理に基づく知識の抽出について説明する。

【0155】設計時や仕様再計算時などにおいて『機器選択知識』や『機器仕様決定知識』にない情報を必要とする場合、求められる範囲でそれを求めることになるが、そのために用いる知識の一つが『機器の基本原理に基づく知識』である。

【0156】当該『機器の基本原理に基づく知識』は、上述の『機器選択知識』と『機器仕様決定知識』とから求める。

【0157】、と、『機器の基本原理に基づく知識』該当するものとしては、「モータ電流算出式」、「ドライブ装置グループの正味の電流算出式」、「ドライブ装置グループの平均稼働率算出式」、「CPE容量算出式」等があげられる。これらは、モータに関する仕様決定知識のインスタンス・オブジェクトである“Motor_OrientedKn”、ドライブ装置に関する仕様決定知識のインスタンス・オブジェクトである“Inverter_OrientedKn”、そして、CPE(整流器)に関する仕様決定知識のインスタンス・オブジェクトである“CPE_OrientedKn”等のクラスに記述されて用意されており、メタ連想関係により結び付けられていて、必要に応じてそれらの算出式に基づく計算を実行する手段が呼び出され、計算できるようになっている。

【0158】上記した「モータ電流算出式」は以下の通りである。

【0159】

【数3】

$$i_c = \frac{\text{負荷容量} \times 1000}{\sqrt{3} \times \text{負荷定格電圧} \times \text{力率} \times \text{効率}}$$

$$i_p = i_c \times (\text{OVERLOADの場合})$$

ただし、 i_c は1台の負荷の定常状態における負荷電流。

i_p は、1台の負荷のピーク出力時における負荷電流。

$$I_c = \left[\sum_{k=1}^N i_{ck} \right] = i_c \times N, \quad I_{RC} = I_c \times \text{連続負荷率}$$

$$I_p = \left[\sum_{k=1}^N i_{pk} \right] = i_p \times N, \quad I_{RP} = I_p \times \text{ピーク負荷率}$$

但し、 I_c は1台のドライブ装置に接続される負荷の定格電流。

I_p は1台のドライブ装置に接続される負荷のピーク出力時における定格電流。

I_{RC} は1台のドライブ装置に接続される負荷の定常状態における実負荷電流。

I_{RP} は1台のドライブ装置に接続される負荷のピーク出力時における実負荷電流。

N は1台のドライブ装置に接続されるモータの数。

【0160】また、上記した「ドライブ装置グループの 【0161】

正味の電流算出式」、「平均稼働率算出式」、「CPE 【数4】

容量算出式」は以下の通りである。

$$I_{DGRC} = \sum_{j=1}^M (I_{RCj} \times \text{連続稼働率})$$

$$I_{DGRP} = \sum_{j=1}^M (I_{RPj} \times \text{ピーク稼働率})$$

但し、

I_{DGRC} : ドライブ装置グループの定常状態における正身の電流
(正身定常電流)。

I_{DGRP} : ドライブ装置グループのピーク出力時における正身の電流
(正身ピーク電流)。

I_{RCj} : 1台のドライブ装置jに接続された負荷の定常状態における実負荷電流。

I_{RPj} : 1台のドライブ装置jに接続された負荷のピーク出力時における実負荷電流。

【0162】

【数5】

$$\overline{NWR}_c = \frac{I_{UGRC}}{\sum_{j=1}^M I_{RCj}} = \frac{\sum_{j=1}^M (I_{RCj} \times \text{連続稼働率})}{\sum_{j=1}^M I_{RCj}}$$

$$\overline{NWR}_p = \frac{I_{DGKP}}{\sum_{j=1}^M I_{RPj}} = \frac{\sum_{j=1}^M (I_{RPj} \times \text{ピーク稼働率})}{\sum_{j=1}^M I_{RPj}}$$

但し、 \overline{NWR} : 稼働率 (Net Work Rate)。

\overline{NWR}_c : 平均連続稼働率。

\overline{NWR}_p : 平均ピーク稼働率 (Net Work Rate)。

M : ドライブ装置グループのドライブ装置の数。

【0163】

【数6】

CPE容量(kW)

$$= \left(\sum_{k=1}^n \text{インバータ正身直流電流(A)}_k \right) \times \text{インバータ直流母線電圧(V)}$$

ただし、nは同じCPEの下に接続されるインバータの数。

【0164】<知識連想テーブル形式の知識ベース13>本支援装置では、設計に必要な情報を入力するに当たり、その情報を知識テーブル形式で与えれば済むようになっている。

【0165】業務上の様々な知識をテーブル形式で記述し、連想し合う、或いは依存し合う知識テーブルを結合した知識テーブルの集合を、知識連想テーブル形式の知識ベースと呼び、本支援装置では、知識テーブルは連想詞により結合される。本実施形態の場合、この知識テーブルは、例えば、汎用の表計算アプリケーションソフトウェアを流用して、そのスプレッドシートに作成し、利用する。

【0166】本支援装置の場合、連想詞の表記法には、罫線を代用する方法と記号を用いる方法とが利用できる。すなわち、知識テーブルをスプレッドシートを用いて作成したとして、その知識テーブルを同一の知識シート(スプレッドシート)上で二重の罫線を挟んで隣接させるようにして表記することで連想関係を表すようにした「罫線代用表記法」と、別の知識シート上にある知識テーブルへの連想関係を表わす記号を用いて表すようにした「記号表記法」とが利用できる。なお、記号としては、「機器名称」、「ID」、「シート名」、「知識テーブル名」など、連想されるべき知識シートもしくは知識テーブルを特定出来るものであればよい。

【0167】罫線を用いるようにするか、記号を用いるようにするか、すなわち、同一の知識シート上で結合するか、異なる知識シートに知識テーブルを配置するかを選択基準としては、知識の複雑さとサイズ(情報量)やその他の観点による。

【0168】例えば、複雑な知識やサイズの大きな(情報量の多い)知識同士を結合する場合は、同一シート上に隣接させずに、記号を用いてシートを分割する。このようにすることで、ユーザの可読性・親和性や計算機処理の中で利用する場合の計算効率を一層高めることが出来る。

【0169】知識連想テーブル形式の知識ベース13は、業務上の知識連想構造のモデルである知識連想ネットの一部或いは全体を2次元のテーブル上に射影したものである。

【0170】本実施例では、『機器選択知識』及び『機器仕様決定知識』とから、上述の『機器の基本原理に基づく知識』と、『製品或いは型式により異なる知識』とを抽出するが、これらのうち、後者の知識(『製品或いは型式により異なる知識』)については知識連想テーブル形式の知識ベース13としても蓄積する。

【0171】知識連想テーブル形式の知識ベース13の例として、ドライブ装置に関する知識ベースを例に、図11乃至図13を参照して説明する。

【0172】ドライブ装置に関する知識連想テーブル形式知識ベースは、「ドライブ装置選択知識」、「ドライブ装置仕様決定知識」、ドライブ装置が直接接続される「母線の選択及び仕様決定知識」、「トランス選択及び仕様決定知識」、「CPE（整流器）選択及び仕様決定知識」、「高圧母線選択知識」等の知識テーブルの集合として構成されている。

【0173】これらのうち、「ドライブ装置選択知識」はその知識テーブルの一例を示すと図11の如きである。図にしめすように、当該「ドライブ選択知識」は、負荷（モータ）を制御する装置としてのドライブ装置及び遮断器を選択するための知識を表わしており、“ドライブ名（連想詞）”、“制御”、“用途”、“制御2段目”、“モータ容量下限（kW）”、“モータ容量上限（kW）”、“モータ電圧上限（V）”、“付属品及び備考”、“メモ”の各項目から構成されていて、「TOSCYCLO- μ s850-1MCyc2」、「TOSCYCLO- μ s850-1MNCyc」、「TOSVERT- μ s250」、…と云った既製品のモータ駆動用ドライブ装置の名称とこれらのドライブ装置のスペックや必要情報が、上記項目対応に記載されている。

【0174】例えば、ドライブ装置「TOSVERT- μ s250」の場合、制御方式は“AC-VV”であるので“制御”の項目には“AC-VV”と記述されており、“用途”は特定されないので空欄であり、“制御2段目”も特定されないので空欄であり、“モータ容量下限（kW）”は規定されていないので、これも空欄であり、“モータ容量上限（kW）”は500[kW]と規定されているのでその該当欄は“500”と記述されており、“モータ電圧上限（V）”は規定されていないので空欄であり、“付属品及び備考”と“メモ”も、特になにもないのでこれも空欄である。

【0175】このように、各ドライブ装置対応に、各項目のうち、必要な項目の内容について必要な情報を記述してテーブルを完成させているが、このテーブルでは、各行がそれぞれ個々の選択ルールを表わしている。

【0176】なお、この例では選択基準として、「制御方式（テーブルの項目“制御”、“制御の2段目”）」、「負荷（モータ）の用途（テーブルの項目“用途”）」、「モータ容量の下限（テーブルの項目“モータ容量下限”）」と上限（テーブルの項目“モータ容量上限”）」、「付属品及び備考（テーブルの項目“付属品及び備考”）」等を用いているが、これはあくまでも一例である。

【0177】また、選択基準を評価する順番をユーザに明確に伝えるため、テーブル上の行及び列の並びを、評価される順番に対応付けるようにするのも良い。この例では、選択基準は、テーブルに向かって左側から評価される。ただし、最も左側のカラムは「ドライブ名称」となっており、負荷（モータ）リスト上で直接ドライブ装

置を指定する場合に用いられる。なお、「ドライブ名」が良い場合などでは、略称を用いることができるようにするのも良い。

【0178】図11の知識テーブルの例では、「ドライブ名称」は、ドライブ装置の仕様決定知識を表わす知識テーブルへの連鎖連想詞も兼ねている。

【0179】次に、「ドライブ装置仕様決定知識」、「母線の選択及び仕様決定知識」、「トランス選択及び仕様決定知識」、「CPE（整流器）選択及び仕様決定知識」、「高圧母線選択知識」について説明する。「ドライブ装置仕様決定知識」の知識連想テーブル例を、図12に示す。このテーブルは「ドライブ種類（図形部品名・図形部品名D）」、「母線種類」、「モータ電流定常上限（A）」、「モータ電流ピーク上限（A）」、「ドライブ容量（kVA）」、「ドライブ出力電圧（V）」、「母線電圧（V）」、「トランス」、「メモ」の各項目からなり、ドライブ種類が何であるかにより、必要な情報が項目対応に記述されている。

【0180】この「ドライブ装置に関する知識連想テーブル」は、「ドライブ装置仕様決定知識」、ドライブ装置が直接接続される「母線の選択及び仕様決定知識」、「トランス選択及び仕様決定知識」、「CPE（整流器）選択知識」及び「仕様決定知識」、「高圧母線選択知識」を含んでいる。

【0181】例えば、「ドライブ仕様決定知識」は、“TOSVERT- μ s250”という型式のドライブ装置の仕様決定知識を表わしている。この知識の内容は、「ドライブ選択知識」によりドライブ装置“TOSVERT- μ s250”が選択されると、当該“TOSVERT- μ s250”の「仕様決定」、「母線選択」、「CPE選択」、「トランス選択」、「高圧以上の母線選択」等に用いられる。

【0182】この「ドライブ仕様決定知識」に関する知識シートは、具体的には次の知識を結合したものである。

【0183】・『ドライブ装置の属するドライブの種類』

・『ドライブ装置に対応する図形部品名』。但し、この図形部品名は直接連想詞を兼ねても良い。

【0184】・『モータ電流（連続、ピーク）・ドライブ容量・ドライブ出力電圧の対応関係』

・『ドライブ装置が直接接続される母線の種類』

・『ドライブ容量・ドライブ出力電圧と・母線電圧の対応関係』

・『ドライブ装置の上位に繋がるトランスの種類、トランスに対応する図形部品名、トランスの下に複数の負荷が接続される場合の用途名、トランスの2次電圧』

・『ドライブの上位に接続されるCPEの型式。この型式は、CPE仕様決定知識への連鎖連想詞を兼ねている。』

・『ドライブから遮断器まで自動生成した後、その遮

断器を接続するときに優先する母線」

これらの知識は、次のように処理することにより、表計算アプリケーションソフトのスパレッドシートに形成される一つの知識シート上に配置される。

【i】 まず、ドライブ装置の属する「ドライブの種類」、ドライブ装置に対応する「図形部品名」、ドライブ装置が直接接続される「母線の種類」を集めて一つの知識テーブルとする。

【0185】【ii】 次に、「モータ電流（連続、ピーク）」、「ドライブ容量」、「ドライブ出力電圧の対応関係とドライブ容量」、「ドライブ出力電圧と母線電圧の対応関係」を統合して、冗長を省き、「モータ電流（連続、ピーク）」、「ドライブ容量」、「ドライブ出力電圧」、「母線電圧の対応関係」として一つの知識テーブルとする。そして、このテーブルを先のテーブルと同じスパレッドシート上に罫線を挟んで隣接配置させる。この時の罫線は選択的連想関係を表わす。

【0186】【iii】 続いて、トランスに関する知識をまとめて一つのテーブルとする。このテーブルを、罫線を挟んで配置する。この罫線は、始めの知識テーブルとの連鎖的連想関係を表わす。

【0187】【iv】 更に、CPEの型式を以て一つのテーブルとして罫線を挟んで配置する。この罫線は、始めの知識テーブルとの連鎖的連想関係を表わす。

【0188】この時のCPEの型式は、「CPEの仕様決定知識」との連鎖的連想詞とする。「CPEの仕様決定知識」は、同一の知識シートに配置するには、複雑でサイズも大きくなる可能性がある。

【0189】【v】 最後に、上位の遮断器を接続する母線に関する知識を一つのテーブルとし、罫線を挟んで配置する。この時の罫線は連鎖的連想関係を表わす。

【0190】このような【i】～【v】の手順を踏むことにより、必要な知識を一つの知識シート上に配置させることができる。

【0191】図12のテーブルにおける「モータ電流（連続、ピーク）」、「ドライブ容量」、「ドライブ出力電圧」、「母線電圧の対応関係」を用いることで、推論部1では、ドライブ装置の「電流値」、「容量」、「出力電圧」とドライブ装置が接続される「母線の電圧」とを次のように決定する。

【0192】まず、「モータ電流連続上限とモータ電流ピーク上限」は、既製品ドライブ装置の製品ラインナップの電流容量の刻みを表わしている。この値に、モータグループ正味連続電流とモータグループ正味ピーク電流を照らし合わせる。モータグループ正味連続電流とモータグループ正味ピーク電流を許容できる最小の連続電流及びピーク電流を以てドライブ装置の仕様の電流値とする。また、その値に対応するドライブ装置の容量、出力電圧、ドライブ装置が接続される母線電圧や種類を決定することが出来る。

【0193】製品ラインナップがあるような場合、上述した方法で仕様を求めるようにするのが最も効率的であるが、受注生産によるドライブ装置や特別な仕様の製品を利用する場合は、敢えて記載しない場合や、各ドライブ装置本来の仕様算出方法によって計算し、求めた値を用いるようにする場合もある。

【0194】例えばこうした場合は、ドライブ装置の選択の段階で一旦差別化し、その製品に関しては、『予め用意した計算式を用いる旨の“メタ連想詞”（例えば[calc]）』や、『あえて記載しない旨の“メタ連想詞”（例えば[omit]）』を知識テーブル上（例えばモータ電流連続欄の最初）に登録することで、既製品の利用であるのか、受注生産品あるいは特別仕様の製品の利用であるのか、若しくはあえて仕様を記載しない製品の利用であるのか、などによって異なる仕様決定方法を連想させるメタ連想関係を表わすことが出来る。

【0195】次に、「CPE（整流器）選択及び仕様決定知識」について説明する。図13に、CPE（整流器）仕様決定知識に関する知識連想テーブル例を示す。このテーブルには、次の知識が結合されている。

【0196】すなわち、図13に示すように、このテーブルには「ドライブの上位に接続されるCPEの種類」、「型式」、「CPEに対応する図形部品名」、「CPEの下に複数の負荷が接続される場合の用途名」、「CPEの標準的なオーバーロード時間」、「CPEの容量とオーバーロード時間と電流と電源周波数の対応関係」等が一つの知識シート上に配置されている。ここで、オーバーロード時間とは、過負荷状態の継続時間を指している。

【0197】これらの知識は、次のようにして一つの知識シート上に配置される。

【I】 まず、「CPEの種類」、「型式図形部品名」、「用途」、「オーバーロード時間」を集めて一つの知識テーブルとする。

【0198】【II】 次に、「CPEの容量」と「オーバーロード時間」と「電流」と「電源周波数」の対応関係を、オーバーロード時間毎の知識テーブルとして、罫線を挟んで配置する。この時の罫線は、始めの知識テーブルとの選択的連想関係を表わしているものとする。

【0199】＜知識コンパイラ＞本支援装置における知識コンパイラは、知識連想テーブル形式の知識ベース13を知識連想ネット形式の知識ベース3Bに変換するものであり、知識連想テーブル形式の知識ベースから知識連想ネット形式の知識ベースを生成する機能を持たせたものであり、また、知識連想ネット形式の知識ベース3Bを知識連想テーブル形式の知識ベース13に変換するもので、知識連想ネット形式の知識ベースから知識連想テーブル形式の知識ベースを生成する機能を持たせたものである。

【0200】知識ベースの構築及びメンテナンスのコス

トと、計算機による推論効率をと考慮すると、ユーザの可読性とユーザへの親和性が高い知識連想テーブルをユーザインタフェースに用い、また、計算機ではこの知識連想テーブルを、推論効率の良い知識連想ネットで知識ベースとして用いることができるようにするのが望ましい。

【0201】このように知識ベースにはユーザフレンドリな面と、推論処理を行う計算機側でのデータ利用面を、両立できるようにする形式があれば、最良であるが、それは難しいから、本システムでは前者と後者を行き来できるようにする次のような仕組みを持たせてある。

【0202】すなわち、共用化できるように仕組まれていない特定アプリケーションのデータ形式を用いる場合の手段は2つある。1つにはデータ変換処理する知識コンパイラの利用である。この場合、2つの形式の知識ベースを持ち、ユーザ向けの知識ベースを計算機向けの知識ベースに変換するために、その変換手段としての知識コンパイラを利用するわけである。

【0203】もう1つは知識ベースに特化した知識エディタの利用である。この場合、計算機向けの知識ベースをユーザ向けの形式で表示し、その環境での編集操作により、計算機向けの知識ベースを直接編集するような知識エディタを用いる。

【0204】いずれの手法とも、一方の知識形式を他方の知識形式に変換しており、同様の変換における基本的な手順は変わらない。ここでは、知識コンパイラを用いる例を説明する。

【0205】＜知識コンパイラ5を用いる例＞知識ベースを用いた装置は、非常に高度な処理を可能にするという特徴がある。しかし、これは、知識ベースの構築及びメンテナンスが完全であることが前提であり、従って、そのために、知識ベースの構築及びメンテナンスにおける効率及び知識の品質の保持を如何に行うかが、装置そのものの有効性を確保する大きな要因となる。

【0206】推論効率の向上と、知識ベースの構築・保守を行うユーザの可読性や、ユーザとの親和性との関係は、一般に相反するが、本発明システムにおいては知識連想ネットと知識連想テーブルを併用するようにしたこと、これを両立させることが出来るようになった。

【0207】本発明システムで採用している知識コンパイラ5は、知識連想テーブル形式の知識ベースから知識連想ネット形式の知識ベースを生成する機能を持たせたものである。すなわち、知識連想テーブル形式の知識ベースは、表計算アプリケーションソフトのスプレッドシートを使用して形成されたものであり、その表計算アプリケーションソフトのデータ形式で知識ベースが構成されており、また、知識連想ネット形式の知識ベースは推論部1で使用するに適したデータ形式で構成されており、汎用の表計算アプリケーションソフトを最初から意

識しているわけではないので、表計算アプリケーション用のデータをそのまま流用することはできない。そのため、表計算アプリケーション用のデータから推論部1での利用が可能なデータ形式に変換する必要がある、この変換の役割を担うのが、この知識コンパイラ5である。

【0208】この知識コンパイラ5は、知識連想ネットの知識を統括する“SLDParts_Selector”クラスから派生する“Motor_Selector”、“Drive_Selector”等のクラスのインスタンス・オブジェクト(“Manager_obj”)各々について、次の手順を実施することで、コンパイルを実施することができる。以下では、ドライブ装置に関する知識連想ネットを作成する場合を例に、図14の知識コンパイラ5による知識コンパイル手順を参照して説明する。

【0209】＜知識コンパイラ5によるコンパイル手順＞まず、図14のステップS1において、“SLDParts_Selector”クラスから派生する“Drive_Selector”クラスのインスタンス・オブジェクトを選択する。

【0210】次に、ステップS2に移り、ここで機器仕様選択知識のシート読み込みを行う。これは、知識連想テーブル形式の知識ベース13からドライブ装置選択知識や仕様決定知識に関する知識テーブル(図11)やトランスなどの選択知識や仕様決定知識に関する知識テーブルを読み込む処理である。

【0211】次に、ステップS3の処理に移り、“SLDparts_SelectRule”オブジェクトの作成を行う。これは、ドライブ装置選択知識に関する知識テーブルのドライブ装置選択ルール of 全について、“SLDParts_SelectRule”クラスから派生する“Drive_SelectRule”クラスのインスタンス・オブジェクトを作成することで行う。

【0212】例えば、型式“TOSVER- μ s250”なるドライブ装置の選択ルールの場合、「ドライブ名」、「制御」、「モータ容量上限」の欄の値が、“Drive_SelectRule”オブジェクトのメンバの一つとして登録され、推論部1での推論処理において、“TOSVER- μ s250”の適用可能性を判定するルールとして用いられる。

【0213】次にステップS4に移り、“SLDParts_Selector”との選択的連想リンクの作成処理を行う。“Drive_Selector”クラスのインスタンス・オブジェクトの連想関係を表わすメンバ“DriveSelectRules”に、作成した“Drive_SelectRule”クラスのインスタンス・オブジェクトを全て登録する。

【0214】次に、ステップS5の処理に移り、他の知識シートへの連想関係があるか否かを調べる。そして、連想関係がなければ処理を終了し、また、他の知識シートへの連想関係があれば対応するシートの読み込みを行う(ステップS6)。

【0215】この例では、ドライブ装置選択知識の「ドライブ名称」は「連鎖連想詞」として用いられているの

で、この連想詞の示すシートを読み込むことになる。その結果、この例では、図12の「ドライブ装置仕様決定知識」が読み込まれることになる。

【0216】ステップS6での処理が終わると、次に、ステップS7の処理に移り、“SLDParts_OrientedKn”オブジェクトの作成を行う。これは“SLDParts_OrientedKn”クラスから派生するクラスから、読み込まれたシートに対応する知識クラスを選ぶことで行う。そして、知識のクラスの対応付けをする。本実施例では、選択されたシートの知識テーブルに、どの種類の機器に関する知識が記載されているかによって、知識のクラスを対応付ける。

【0217】その結果、“Inverter”という種類のドライブ装置には、“Inverter_OrientedKn”クラスが選択されるようになる。“Inverter_OrientedKn”クラスのインスタンス・オブジェクト作成では、そのオブジェクトを構成するメンバとして、「ドライブ種類」、「図形部品名」、「母線種類」、「トランス種類」、「トランスの図形部品名」、「トランスの用途」、「トランスの2次電圧」および「優先母線」等の値が登録される。この時、「トランス」に関する知識への連鎖的連想は、“Inverter_OrientedKn”のインスタンス・オブジェクトに内包される。

【0218】また、「モータ電流連続上限（ドライブ装置の連続電流の定格）」と「モータ電流ピーク上限（ドライブ装置のピーク電流の定格）」と「ドライブ容量」と「ドライブ出力電圧」と「母線電圧」等の値を、前記ドライブ装置選択知識のシートにおける行毎に組み合わせて“MoCurrDrCapVolBUSVol”クラスのインスタンス・オブジェクトを作成する。

【0219】そして、これらのオブジェクトと、“Inverter_OrientedKn”オブジェクトとの間に選択的連想関係リンク（メンバ“MoCurrDrCapVolBUSVol”）を作成する。CPE（整流器）に関する知識については、型式が連鎖的連想詞として記載されているので、後の処理で、この連想詞の指すシートに基づいて作成される“CPE_OrientedKn”クラスのインスタンス・オブジェクトと“Inverter_OrientedKn”オブジェクトとの間に連鎖的連想リンク（メンバ“CPE_OrientedKn”）を作成しておく。

【0220】次にステップS7の処理に移る。このステップS7での処理は、連想元のオブジェクトとの連想リンクの作成であり、ステップS6での処理において、作成された“Inverter_OrientedKn”オブジェクトを、連想元のドライブ選択ルールを表わす“Drive_SelectRule”オブジェクトにおける連鎖的連想関係を表わすメンバ“Drive_OrientedKn”に登録すると云った処理を行う。

【0221】次にステップS8の処理に移る。ここでの処理は、“SLDParts_Selector”との直接的連想リンク

の作成である。すなわち、ステップS7において作成された“Inverter_OrientedKn”オブジェクトが、“Drive_Selector”オブジェクトの直接的連想関係を表わすインデックス（Index）付きメンバ“DriveNameIndex”に登録される。

【0222】この処理が終わると、ステップS5での判断処理に戻り、ステップS5以下を繰り返す。

【0223】ここで、ステップS5での処理において、他の知識シートへの連想関係があるか否かを調べた結果、他の知識シートへの連想関係がある場合での、シートの読み込み処理（ステップS6）を行うが、その別な例を説明しておく。

【0224】--- 他の知識シートへの連想関係がある場合での対応するシートの読み込み（その2） ---
CPEに関する知識の型式は、連鎖的連想詞として記載されている。従って、ステップS6において、連想詞の指すCPE仕様決定知識のシートを読み込む。

【0225】次にステップS7の処理に移る。ステップS7では、“SLDParts_OrientedKn”オブジェクトの作成（その2）を行う。ここでは、“SLDParts_OrientedKn”クラスから派生するクラスから、読み込まれたシートに対応する知識クラスを選ぶ。本実施例では、選択されたシートの知識テーブルに、どの種類の機器に関する知識が記載されているかによって、知識のクラスを対応付ける。その結果、“CPE”という種類の整流器には、“CPE_OrientedKn”クラスが選択される。

【0226】“CPE_OrientedKn”クラスでは、CPE仕様決定知識の「型式」と「図形部品名」と「用途」と「デフォルトのオーバーロード時間」とが、メンバに登録される。また、当該CPEと云う種類の整流器の「容量」と「電源周波数」と、「オーバーロードの比率」と「連続電流の定格値」と「ピーク電流の定格値」との関係を表わす知識には、オーバーロード時間毎に異なる「選択的連想関係リンク」を作成する。

【0227】CPEの容量とオーバーロードの比率とで定まる情報毎に“CapOLRegPeakCurr”クラスのインスタンス・オブジェクトを作成して選択的連想関係リンク（メンバ“CapCandidatesLOsec”及び“CapCandidatesHSec”）を作成する。例えば、オーバーロード時間が60秒のCPE容量が300[kW]で、オーバーロードの比率が150[%]の場合は、図16の“CapOLRegPeakCurr”オブジェクトの如きとなる。

【0228】次に、ステップS8の処理に移る。このステップS8では、連想もとのオブジェクトとの連想リンクの作成（その2）を行う。すなわち、ステップS7において作成された“CPE_OrientedKn”オブジェクトを、連想元のドライブ装置仕様決定知識を表わす“Inverter_OrientedKn”オブジェクトの連鎖的連想関係を表わすメンバ“CPE_OrientedKn”に登録する。

【0229】次にステップS9の処理に移り、“SLDPar

ls_Selector”との直接的連想関係リンクの作成（その2）を行う。すなわち、ステップS8において、作成された“CPE_Orientedkn”オブジェクトは、“Drive_Selector”オブジェクトの直接的連想関係を表わすインデックス（Index）付きメンバ“CPENamIndex”に登録する。

【0230】知識連想テーブル形式の知識ベース13内容に変化があった場合等において、以上の処理が、知識コンパイラ5により知識連想テーブル形式の知識ベース13全体に対して行われることで、汎用の表計算アプリケーションソフトのデータ形式の知識テーブルが、推論部1で利用が可能な知識連想ネット形式の知識ベース3Bに自動的に変換され、知識ベース13での変更が反映された推論部1用の知識ベース3Bが完成される。そしてこれにより、知識ベースの構築及びメンテナンスが効率的に行えると共に、知識の品質を常に維持することができるようになって、推論の有効性を常に確保できるようになる。

【0231】以上は、知識ベース13での変更が反映された推論部1用の知識ベース3Bを作成するための知識コンパイラ5によるコンパイル手順の説明であった。次に、推論部1における電気システム自動設計手順を説明する。

【0232】負荷リスト11A、入力パラメータ12、図形部品8A、知識ベース3が整えば、これらを利用して推論部1は電気システムの自動設計を実施できる。従って、次にこのことを説明する。

【0233】〔推論部1における電気システム自動設計手順〕電気システム設計を自動的に行うための手順を説明する。この手順は推論部1において実施される。当該自動設計手順は、図17および図18に示すフローチャートの如きであり、この手順に従って自動設計されると、例えば、図19の如きの電気システムが得られ、これが推論部1のレイアウト部により自動レイアウトされることで図20に示す如きのレイアウト結果が得られる。

【0234】推論部1は、まずはじめに大容量記憶装置104に記憶されている入力パラメータ12のファイルを読み込む（図17のステップS21）。これにより、自動生成に必要な製作しようとする対象システムに関する幾つかの情報が、入力パラメータの情報として読み込まれる。

【0235】本実施例では多数台に及ぶモータを配置して駆動する例えば圧延グラントの如きの設備における電気システムの設計支援を例にとっているので、ここで用いる入力パラメータ12としては、「会社名」、「設備名」、「特高母線電圧（V）」、「高圧母線電圧（V）」、「母線間接続」、「周波数（Hz）」、「ロードセンタの利用」、「補機トランス容量の上限（kVA）」、「規格」、「言語」、「界磁トランスのグルー

ピング」などである。尚、必要に応じて、パラメータの追加・統廃合を行うようにしても良い。

【0236】読み込んだこれらの入力パラメータ12のうち、「規格」と「言語」は、「図形部品の選択」や「設備機器リストの出力フォーマットの選択」などに用いられる。

【0237】次に、推論部1は、大容量外部記憶装置104における負荷リストファイル11Aを読み込む（図17のステップS22）。これは、図4に示す如き、負荷の型式と仕様毎に一つの項番が付与されたリストの内容を読み込む作業であり、読み込みはモータ（或いは負荷）の仕様毎に行われる。本実施例では多数台に及ぶモータを配置して駆動する電気システムの設計支援を例にとっているので、ここで用いる負荷リストファイル11Aは、図4の如く、「Rev.」、「項番」、「用途」、「数量」、「容量」、「回転数」、「電圧」、「電流」、「巻線」、「定格」、「型式」、「制御1」、「制御2」、「OVERLOAD」、「付属品及び備考」と云った項目に必要な情報を記録したリストとなっている。

【0238】そして、推論部1は、この負荷リストファイル11Aの読み込みにおいて、例えば、図4における「項番“2232”のモータ」について云えば、次のような内容のリストを読み込むわけである。

【0239】

[項番“2232”のモータリスト内容]

・ Rev. : “nil”
・ 項 番 : “2232”
・ 用 途 : “Roller Table in areal”
・ 数 量 : “25”
・ 容 量 : “3.7”
・ 回転数 : “1800”
・ 電 圧 : “420”
・ 電 流 : “nil”
・ 巻 線 : “CR”
・ 定 格 : “Cont. ”
・ 型 式 : “TEFC”
・ 制御1 : “AC-VV”
・ 制御2 : “nil”
・ OVERLOAD : “OL: 150 [%] - 1 [min]”
・ 付属品及び備考 : “1: N_6+8+11”

このような負荷リストの読み込みが終わると、次に、推論部1はこの読み込んだリストについて各項番毎に、その項番で示される負荷の種類の特定を行う（図17のステップS23）。これは、その項番の負荷のオブジェクトを生成するための準備のためであって「モータか否かの区別」、「モータの動力を生み出す原理（誘導機、同期機、直流機など）による区別」、「構造上の区別（ボ

ールチェンジのシングル／デュアル)」、「利用形態(1:N、メカタイなど)による区別」等の負荷の種類を、知識連想ネット形式による知識ベース3Bを用いて特定する作業である。

【0240】知識ベース3Bにモータに関する知識連想ネットとして、例えば、図15に示す如きのが用意されていたとする。図4に示す負荷(モータ)リストにおける項番“2232”のモータを例にとれば、まずはじめに、知識ベース3において用意されているモータに関する知識連想ネット形式知識ベース3B(図15参照)において、モータ選択のための知識である“Motor_Selector”オブジェクトOJ11から連想される“Motor_SelectRule”オブジェクトOJ2-1、OJ2-2、～OJ2-nのうちから、項番“2232”のモータの仕様と条件が合うものを探す。

【0241】この例では、“MotorControl”(モータの「制御1」の項目)に、特に条件がなく、“Accessory”(モータの「付属品及び備考」の項目)に“1:N”の文字列を含んでいることを条件としている“MotorName:IMotor-N”なるオブジェクトOJ2-2が“Motor_Selector”オブジェクトとしての条件を満たすので、これが選ばれることになる。

【0242】次に、推論部1は負荷オブジェクト生成を行う(図17のステップS24)。

【0243】負荷オブジェクトの生成とは、大容量外部記憶装置104の図形部品ファイル8Aにある「負荷図形の選択」、「負荷率のデフォルト値の設定」、「負荷リストの内容の代入」等を行う処理である。

【0244】項番“2232”のモータの場合、数ある“Motor_SelectRule”オブジェクト中で条件が満足された“MotorName:IMotor-N”オブジェクトOJ2-2に設定されている連鎖的連想(メンバ“Load_OrientedKn”)により、次を検索する。OJ2-2に設定されている連鎖的連想(メンバ“Load_OrientedKn”)による検索先はこのネットの場合、OJ3-2なる“Motor_N_OrientedKn”オブジェクトのみであるので、当該OJ3-2の“Motor_N_OrientedKn”オブジェクトを検索する(図10参照)。

【0245】そして、この検索された“Motor_N_OrientedKn”オブジェクトOJ3-2から、項番“2232”のモータを表すインスタンスオブジェクトとして、ロードクラスネーム“Motor_N”のインスタンスオブジェクトが作成される。

【0246】検索された“Motor_N_OrientedKn”オブジェクトOJ3-2から選択的連想(メンバ“FigFileSelectRules”)されるオブジェクトとして図形選択のための“FigFileSelectRule”オブジェクトOJ4-1、OJ4-2、～OJ4-nがあるが、次にこれらのうちから、項番“2232”のモータでの条件が充たされるオブジェクトを探す。この例では、“Accessory”に条件のない“FigFileSelectRule”オブジェクトOJ4-1(図15参照)が

項番“2232”のモータの条件を満たすことになる。

【0247】そこで、条件を満たした当該“FigFileSelectRule”オブジェクトOJ4-1を用いて、これに記述されているモータ図形の「部品名」中から、項番“2232”のモータのリスト(図4参照)中における「付属品及び備考」項目にある“1:N”の後に続く符号“+”で仕切られた数字に対応するモータ図形の「部品名」を選択する。

【0248】すなわち、モータに関する知識連想ネットの場合、図形選択のための“FigFileSelectRule”オブジェクトOJ4-1～OJ4-nは図面上でのモータ図形を作図するためのものであり、これには“Accessory”と、複数の“LoadFileName”が記述されている。“Accessory”はどのような付属品が付くかを知らせる内容を記述し、“LoadFileName”には使用可能なモータ図形部品が複数記述されている。

【0249】すなわち、“LoadFileName_2M:IMotor-RT2”、“LoadFileName_3M:IMotor-RT3”、“LoadFileName_4M:IMotor-RT4”、“LoadFileName_5M:IMotor-RT5”、“LoadFileName_6M:IMotor-RT6”、“LoadFileName_7M:IMotor-RT7”、“LoadFileName_8M:IMotor-RT8”、“LoadFileName_9M:IMotor-RT9”、“LoadFileName_10M:IMotor-RT10”、“LoadFileName_NM:IMotor-RTN”と云う具合に図形部品の「部品名」が羅列されており、これらの中から該当のものを全て選択する。

【0250】項番“2232”のモータでの例では、“Accessory”に条件のない“FigFileSelectRule”オブジェクトOJ4-1(図15参照)が条件を満たすので、当該“FigFileSelectRule”オブジェクトOJ4-1を用いて、これに記述されているモータ図形の「部品名」中から、項番“2232”のモータのリスト(図4参照)中における「付属品及び備考」項目にある“1:N”の後に続く符号“+”で仕切られた数字に対応するモータ図形の「部品名」を選択するが、図4の例ではこれは“6+8+11”であるから、当該“6+8+11”に対して、“IMotor-RT6”、“IMotor-RT8”、“IMotor-RTN”の図形部品の「部品名」が選択されることになる。本実施例では、11台以上のモータグループは、全て、図形部品“IMotor-RTN”で対応する。

【0251】部品名が選択されたならば図形部品名に関するメンバが揃ったことになるので、推論部1はこの選択した図形部品名を、ステップS22で読み込んでいたリスト中に挿入する。

【0252】そして、推論部1はいよいよモータオブジェクトの作成に入ることになる(図17のステップS24)。モータオブジェクトの作成は次のようにして行う。

【0253】項番“2232”のモータの例において、「付

属品及び備考」の“1:N_6+8+11”は、25台のモータを6台、8台、11台のグループに分けてそれぞれのグループ毎にドライブ装置に接続することを示していることから、推論部1はステップS22で読み込んでいたリストのうち、「数量」と「付属品及び備考」をそれぞれ分割した次のリストに示す如き仕様のモータオブジェクトを作成する。

【0254】本実施例では、ドライブ装置一台に接続されるモータグループを1つのモータオブジェクトで扱っているが、個々のモータ毎にモータオブジェクトを作成するようにするのも良い。

【0255】

「数量」と「付属品及び備考」を6台にした項番“2232”のモータの新リスト内容

```

・ Rev. : "nil"
・ 項 番 : "2232"
・ 用 途 : "Roller Tablein areal"
・ [[数量 : "6" ]]
・ 容 量 : "3. 7"
・ 回転数 : "1800"
・ 電 圧 : "420"
・ 電 流 : "nil"
・ 巻 線 : "CR"
・ 定 格 : "Cont. "
・ 型 式 : "TEFC"
・ 制御1 : "AC-VV"
・ 制御2 : "nil"
・ OVERLOD : "OL: 150 [%] -1 [min]"
・ [[付属品及び備考 : "1 : N_6" ]]
・ [[図形部品 : "IMotor-RT6" ]]
```

「数量」と「付属品及び備考」を8台にした項番“2232”のモータの新リスト内容

```

・ Rev. : "nil"
・ 項 番 : "2232"
・ 用 途 : "Roller Tablein areal"
・ [[数量 : "8" ]]
・ 容 量 : "3. 7"
・ 回転数 : "1800"
・ 電 圧 : "420"
・ 電 流 : "nil"
・ 巻 線 : "CR"
・ 定 格 : "Cont. "
・ 型 式 : "TEFC"
・ 制御1 : "AC-VV"
・ 制御2 : "nil"
```

```

・ OVERLOAD : "OL: 150 [%] -1 [min]"
・ [[付属品及び備考 : "1 : N_8" ]]
```

「数量」と「付属品及び備考」を11台にした項番“2232”のモータの新リスト内容

```

・ Rev. : "nil"
・ 項 番 : "2232"
・ 用 途 : "Roller Tablein areal"
・ [[数量 : "11" ]]
・ 容 量 : "3. 7"
・ 回転数 : "1800"
・ 電 圧 : "420"
・ 電 流 : "nil"
・ 巻 線 : "CR"
・ 定 格 : "Cont. "
・ 型 式 : "TEFC"
・ 制御1 : "AC-VV"
・ 制御2 : "nil"
・ OVERLOAD : "OL: 150 [%] -1 [min]"
・ [[付属品及び備考 : "1 : N_11" ]]
```

但し、以上のリストにおいて、“[[”, “]]”で括った項目の内容は、変化のあった部分であることを示している。

【0256】このようにして、図面作成に必要なモータの図形データであるモータオブジェクトが図形部品ファイル8A中から選択されてそのオブジェクト名（図形部品名）と構成台数がモータリストにおける「付属品及び備考」の項目と「図形部品」の項目に書き込まれ、登録される。

【0257】モータオブジェクトの作成を行ったならば、推論部1は次に負荷仕様の決定を行う（図17のステップS25）。

【0258】ここでの負荷仕様の決定処理は、負荷（モータ）リスト（図4参照）から与えられる仕様のうち、空欄となっているもの、及び、負荷（モータ）リストにあげられているもの以外の仕様を、知識ベース3を用いて決定する処理である。

【0259】本実施例では、負荷（モータ）の定格電流及びピーク電流を求める例を説明する。

【0260】＜モータの力率及び効率の決定＞負荷（モータ）の定格電流及びピーク電流を求めるには、まずはじめに、モータの力率及び効率を決定する。ここでは、モータの「回転数とボール数の関係」及び「ボール数と力率・効率の関係」より、負荷リスト（図4参照）のモータの「回転数」からモータの「定格時」と「ピーク

時」について、それぞれ「力率」・「効率」を決定する。

【0261】この決定にあたっては、まず、図15に示すモータに関する知識ネット例において、パワーファクタに関する選択のためのオブジェクトである“Pfeff_Selector”オブジェクトOJ12を利用する。そして、この“Pfeff_Selector”オブジェクトOJ12から選択的連想される規則関係のオブジェクトである“Pfeff_SelectRule”オブジェクトOJ20-1、OJ20-2、～OJ20-nのうち、モータ及び設備の仕様によって満足されるものを探す。

【0262】本実施例では、「モータの回転数」と発注者が当該設備を用いる環境下での「利用電源の周波数」を選択の条件としている。

【0263】なお、設計しようとする設備において、インバータなど周波数を変化させるドライブ装置を利用する場合、当該インバータで発生する周波数を条件として用いるようにするのも良い。

【0264】図4に示す項番“2232”のモータの例では、モータリスト中に定めてある「回転数：“1800”」なる情報と入力パラメータにて与えた「周波数：“50Hz”」なる情報とから、これらに近い「Speed_50Hz：“2250”」なる値の設定されているオブジェクトである“Pfeff_SelectRule”オブジェクトOJ20-2が選択される。

【0265】ここで、モータの電圧によって力率と効率を幾つかの段階に分けることができる。本実施例では、「高圧」と「低圧」の2段階に区別する。図4に示す項番“2232”のモータの例では、モータの電圧“420[V]”と図15の知識連想ネットでのOJ12における高圧低圧の境目「BorderLine_HighLowVol：“600”」の情報とを比較して、この例では、OJ20-2のオブジェクトにおける低圧用の力率「powerFactor_LowVol：“0.83”」と効率「Efficiency_LowVol：“0.80”」を選択する。

【0266】＜モータ電流の算出＞次に、推論部1はモータ電流算出処理をする。ここではモータの「電圧」・「力率」・「効率」・「OVERLOAD」から「定格電流」及び「ピーク電流」を、電流算出式を用いて計算し、求める。

【0267】本実施例の電流算出式は、負荷容量の単位を[kW]、負荷定格電圧の単位を[V]としている。図4のリストにおける項番“2232”の例では、「モータの容量：“3.7[kW]”」を「負荷容量」に、「モータの電圧：“420[V]”」を「負荷定格電圧」に、「PowerFactor_LowVol：“0.83”」を「力率」に、「Efficiency_LowVol：“0.80”」を「効率」に代入して、ic（1モータあたり定常状態における負荷電流）を計算する。その結果、“7.66[A]”が得られる。そして、各モータオブジェクトの電流には、この値を代入する。

【0268】モータの「OVERLOAD：“OL:150[%]”-1[“min]”」から「定常状態との割合：“1.5倍”」を“OVERLOAD”の割合に代入して、ip（1台の負荷のピーク出力時における負荷電流）を計算すると“11.49[A]”が得られる。

【0269】＜モータオブジェクト毎の連続電流とピーク電流の算出＞次に、推論部1はモータオブジェクト毎の「連続電流」と「ピーク電流」の算出をする。これは、各モータオブジェクトのモータグループでのモータ数を代入し、モータオブジェクトの表わすモータグループ全体の連続電流Icとピーク電流Ipを求める処理である。

【0270】図4のリストの項番“2232”の例では、Icがそれぞれ（“45.96”，“61.28”，“84.26”）となり、Ipがそれぞれ（“68.94”，“91.92”，“126.39”）となる。

【0271】＜負荷率設定＞次に、負荷率の設定を行う。これは、各モータオブジェクトに対して、「連続負荷率」及び「ピーク負荷率」を設定する処理である。本実施例では、双方にデフォルトで“1.0”を設定する。負荷率は、用途や運転の仕方によりまちまちであるが、予め、おおよその値を設定できるようにするのも良い。また、単線結線図を作成した後、負荷率を変更することで、より厳密な設計を行うことが出来る。

【0272】本実施例では、モータオブジェクトが表わす1つのモータグループ（1台以上のモータの集まり）に対し、「連続負荷率」及び「ピーク負荷率」をそれぞれ1つずつ設定しているが、モータグループ内の個々のモータに対して、それぞれ設定できるようにするのも良い。

【0273】＜正味連続電流と正味ピーク電流の算出＞次に、推論部1は「正味連続電流」と「正味ピーク電流」の算出を行う。これは、「定格」及び「ピーク電流」それぞれに、連続及びピーク負荷率を掛けることで、「正味の定格」及び「ピーク電流」を算出する。

【0274】各モータオブジェクトに設定された「連続負荷率（始めはデフォルト値（“1.0”））」及び「ピーク負荷率（始めはデフォルト値（“1.0”））」を代入して、モータオブジェクトの表わすモータグループ全体の「正味連続電流IRC」と、「正味ピーク電流IRP」とを求める。

【0275】図4に示すリストの項番“2232”の例では、正味連続電流IRCがそれぞれ（“45.96”，“61.28”，“84.26”）となり、正味ピーク電流IRPがそれぞれ（“68.94”，“91.92”，“126.39”）となる。

【0276】ここまでの結果は、各モータのリストに次のように反映され、このリストに示される仕様が各モータオブジェクトに反映される。但し、“{”、“}”で括った項目の内容は、変化のあった部分であることを示

している。

【0277】

「数量」と「付属品及び備考」を6台にした
項番“2232”のモータの新リスト内容

・ Rev. : “nil”
・ 項 番 : “2232”
・ 用 途 : “Roller Tablein area1”
・ 数 量 : “6”
・ 容 量 : “3.7”
・ 回転数 : “1800”
・ 電 圧 : “420”
・ [[電流 : “7.66”]]
・ [[ピーク電流 : “11.49”]]
・ [[モータグループ連続電流 : “45.96”]]
・ [[モータグループピーク電流 : “68.94”]]
・ [[連続負荷率 : “1.0”]]
・ [[ピーク負荷率 : “1.0”]]
・ [[モータグループ正味連続電流 : “45.96”]]
・ [[モータグループ正味ピーク電流 : “68.94”]]
・ 巻 線 : “CR”
・ 定 格 : “Cont.”
・ 型 式 : “TEFC”
・ 制御1 : “AC-VV”
・ 制御2 : “nil”
・ OVERLOAD : “OL: 150 [%] -1 [min]”
・ 付属品及び備考 : “1: N_6”
・ 図形部品 : “IMotor-RT6”

「数量」と「付属品及び備考」を8台にした
項番“2232”のモータの新リスト内容

・ Rev. : “nil”
・ 項 番 : “2232”
・ 用 途 : “Roller Tablein area1”
・ 数 量 : “8”
・ 容 量 : “3.7”
・ 回転数 : “1800”
・ 電 圧 : “420”
・ [[電流 : “7.66”]]
・ [[ピーク電流 : “11.49”]]
・ [[モータグループ連続電流 : “61.28”]]
・ [[モータグループピーク電流 : “91.92”]]
・ [[連続負荷率 : “1.0”]]
・ [[モータグループ正味連続電流 : “61.28”]]
・ [[モータグループ正味ピーク電流 : “91.92”]]
・ 巻 線 : “CR”
・ 定 格 : “Cont.”

・ 型 式 : “TEFC”
・ 制御1 : “AC-VV”
・ 制御2 : “nil”
・ OVERLOAD : “OL: 150 [%] -1 [min]”
・ 付属品及び備考 : “1: N_8”
・ 図形部品 : “IMotor-RT8”

「数量」と「付属品及び備考」を11台にした
項番“2232”のモータの新リスト内容

・ Rev. : “nil”
・ 項 番 : “2232”
・ 用 途 : “Roller Tablein area1”
・ 数 量 : “11”
・ 容 量 : “3.7”
・ 回転数 : “1800”
・ 電 圧 : “420”
・ [[電流 : “7.66”]]
・ [[ピーク電流 : “11.49”]]
・ [[モータグループ連続電流 : “84.26”]]
・ [[モータグループピーク電流 : “126.39”]]
・ [[連続負荷率 : “1.0”]]
・ [[ピーク負荷率 : “1.0”]]
・ [[モータグループ正味連続電流 : “84.26”]]
・ [[モータグループ正味ピーク電流 : “126.39”]]
・ 巻 線 : “CR”
・ 定 格 : “Cont.”
・ 型 式 : “TEFC”
・ 制御1 : “AC-VV”
・ 制御2 : “nil”
・ OVERLOAD : “OL: 150 [%] -1 [min]”
・ 付属品及び備考 : “1: N_11”
・ 図形部品 : “IMotor-RTN”

以上の如くして、負荷仕様が決定される。負荷仕様が決定されたならば、推論部1は次に、ドライブ装置の選定を行う(図17のS26)。

【0278】これは、“モータの少なくとも「制御方式」、「用途」、「容量」からモータの仕様に見合う「ドライブ装置」を選定する”と云う処理である。必要に応じて、電圧や備考及び付属品等の情報を用いるのもよい。また、ドライブ装置の名称や略称を用いて、ドライブ装置を直接的に指定するようにするのも良い。

【0279】ドライブ装置の選定は、次のようにして行う。いま、電気機器モデルの機器オブジェクト間の接続関係として、例えば、図9に示す如き機器オブジェクトと、ドライブ装置に関連する知識として、図16に示す如き、知識連想ネットが定義されていたとする。

【0280】この場合、まずはじめに、この知識連想ネ

ットにおける“Drive_Selector”から選択的連想される“Drive_SelectRule”のうち、モータの仕様により条件が満たされるものを探す。

【0281】本実施例では、ドライブ装置の選択のために、「制御：“MotorControl”」、「用途：“MotorUse”」、「制御2段目：“MotorControl2nd”」、「モータ容量下限：“MinMotorCap”」、「モータ容量上限：“MaxMotorCap”」、「モータ電圧上限：“MaxMotorVol”」、「付属品及び備考：“Accessory”」に関する条件をチェックする。

【0282】明示的にドライブ装置を選択させたい場合での一つの方法は、「ドライブ名」や「ドライブ名の略称」を指定できるようにすることである。例えば、モータの制御の欄に「ドライブ名」或いは「略称」を記載する。このようにすることで、“Drive_SelectRule”の検索をせずに、直接的連想関係のインデックスIndexから直接、所望のドライブ装置に関する知識を検索することも出来る。

【0283】項番“232”の例では、3つのモータオブジェクトそれぞれでの仕様（「制御1：“AC-VV”」、「用途：“Roller table in areal”」、「制御2段目：“nil”」、「容量： $3.7 \times 6 = 22.2$ [kW]、 $3.7 \times 8 = 29.6$ [kW]、 $3.7 \times 11 = 40.7$ [kW]」、「電圧：420 [V]」、「付属品及び備考：“1:N_6”、“1:N_8”、“1:N_11”」）は、「TOSVERT- μ s250」の持つ仕様の範疇であり、当該「TOSVERT- μ s250」の条件を満足する。

【0284】従って、ドライブ装置としては、「TOSVERT- μ s250」が選択されることになる。

【0285】ドライブ装置の選択が終わったならば、推論部1は次にモータが高圧モータであるか否かをチェックする（図17のステップS27）。その結果、モータが高圧モータであれば、図17のステップS28に進み、遮断器の仕様決定を行い、次に図18のステップS57の処理に移って遮断器のソートを行う。

【0286】ここで、高圧モータであるということは、モータが遮断器に直接接続されるケースをいう。モータが遮断器に直接接続されないとき、すなわち、高圧モータでないときは、図17のステップS29での処理に移る。

【0287】そして、遮断器のソートが終わったならば、次に接続母線が特別高圧母線か、高圧母線かを調べる（図18のステップS58）。

【0288】その結果、特別高圧母線であれば特別高圧母線に遮断器を接続する処理を行い（図18のステップS59）、ステップS61の処理に移る。

【0289】また、ステップS58での判断の結果、高圧母線であれば高圧母線に遮断器を接続する処理を行い（図18のステップS60）、ステップS61の処理に移る。ステップS61では、母線間接続の有無を調べ、

その結果、母線間接続が無ければ処理を終了し、母線間接続があれば、動力トランスの選定および仕様決定を行い（図18のステップS62）、高圧母線と動力トランスの間に呼び合い番号を作成する（図18のステップS63）。そして、動力遮断器の選定及び仕様を決定し（図18のステップS64）、処理を終了する。

【0290】一方、図17のステップS27におけるチェックの結果、モータが高圧モータでなければドライブ装置の仕様決定を行うステップS29の処理に移る。

【0291】ドライブ装置の仕様決定するには、まず、ドライブ装置の「容量」を決定する必要がある。そして、ドライブ装置の「容量」を決定する一つの方法としては、「モータの正味の定格」及び「ピーク電流」の条件を共に満たすドライブ装置の容量を選択する方法がある。

【0292】この場合、予めモータ電流とドライブ装置の容量との対応表を用いるようにしても良く、また、電流に限らず、モータの容量によりドライブ装置の容量を決定するようにしても良い。

【0293】ドライブ装置の「容量」を決定するには、使用するドライブ装置として既に決定されているドライブ装置「TOSVERT- μ s250」の“Drive_SelectRule”から連鎖的連想（メンバ“Drive_OrientedKn”）により、当該ドライブ装置名「TOSVERT- μ s250」なるドライブ装置に関する知識が収められている“Inverter_OrientedKn”オブジェクトを検索することから始める。

【0294】知識連想テーブル形式の知識ベース13には「TOSVERT- μ s250」に関する知識が“Inverter_OrientedKn”オブジェクト（図16参照）として収められており、“Inverter_OrientedKn”オブジェクトには、“DriveName”、“DriveClassName”、“DriveFileName”、“DriveFileNameD”、“BUSClassName”、“TransUse”といった様々な項目の内容が定義されて用意されている。

【0295】そして、推論部1は、この知識連想テーブル形式の知識ベース13における「TOSVERT- μ s250」に関する知識が収められているオブジェクトである“Inverter_OrientedKn”オブジェクト（図16）の“DriveClassName”を参照することにより、まず、ドライブ装置が“Inverter”オブジェクトにより表現されることを知る。

【0296】以下においては、ドライブ装置オブジェクトの作成を、“Inverter”オブジェクトの作成のための手順を例に説明する。

【0297】従って、推論部1は知識連想ネットに用意されている“Inverter_OrientedKn”オブジェクト（図10、図16参照）を用いて、ドライブ装置の仕様のうち、「電流」、「ピーク電流」、「容量」、「電圧」を決定すると共に、ドライブ装置が接続される「母線の種類」、「母線の電圧」も決定する。なお、「母線の種

類」や「電圧」は、母線のオブジェクトを作成する時点で、ドライブ装置「TOSVERT μ s 250」に関する知識との直接的連想により“inverter__orientedKn”オブジェクトを検索すれば、以下の説明と同様に決定することも出来る。

【0298】そして、図16に示すように、“Inverter__orientedKn”オブジェクトから選択的連想される複数の“MoCurrDrCapVolBUSVol”オブジェクト中から、各モータオブジェクトのモータグループ正味連続電流とモータグループ正味ピーク電流の値が、条件を満たす（許容できる）最小の電流となるような一つの“MoCurrDrCapVolBUSVol”オブジェクトを検索する。

【0299】但し、ここ云う条件とは、“MoCurrDrCapVolBUSVol”オブジェクトに定義されている“MotorContiCurr”及び、“MotorPeakCurr”の項目の内容が、共に各モータオブジェクトのモータグループ正味連続電流とモータグループ正味ピーク電流よりも大きい値を持つと云うものであることを指す。

【0300】上記条件を満たし、最小の電流となるような“MoCurrDrCapVolBUSVol”オブジェクトが見つかったならば、その見つけたオブジェクトからドライブ装置の「電流」、「ピーク電流」、「容量」、「電圧」、ドライブ装置が接続される「母線の電圧」の情報を得ることができる。

【0301】例えば、項番“2232”の例における3つのモータオブジェクトに対しては、次の如きの値が得られることとなる。「モータグループ正味連続電流」：“45.96 [A]”，“61.28 [A]”，“84.26 [A]”

「モータグループ正味ピーク電流」：“68.94 [A]”，“91.92 [A]”，“126.39 [A]”

「ドライブ装置の電流」：“72.00 [A]”，“72.00 [A]”，“98.00 [A]”

「ドライブ装置のピーク電流」：“108.00 [A]”，“108.00 [A]”，“147.00 [A]”

「ドライブ装置の容量」：“55.00 [kVA]”，“55.00 [kVA]”，“75.00 [kVA]”

「ドライブ装置の出力電圧」：“440 [V]”，“440 [V]”，“440 [V]”

「母線の電圧」：“600 [V]”，“600 [V]”，“600 [V]”

以上の他に、本実施例では、ドライブ装置の仕様の「項番」、「用途」、「数量」、「型式」、「OVERLOAD」、「図形部品」について触れる。

【0302】まず、「用途」と「OVERLOAD」については、モータオブジェクトと同じ内容とする。「数量」は、モータオブジェクトが1つのドライブ装置に接続されるモータを表現していることから、基本的には“1”を代入する。ただし、同じ用途の全く同じ仕様のドライブ装置がある場合、リスト出力時などにおいて必要に応じて、それらの数を数量に代入して一纏めにするのも良

い。

【0303】「型式」及び「図形部品」は、図16に示す如きのオブジェクトにおける“inverter__orientedKn”の“DriveName”及び“DriveFileName”に登録されている「ドライブ装置名」及び「図形部品」を用いる。ただし、“MoCurrDrCapVolBUSVol”の“MotorContiCurr”及び、“MotorPeakCurr”が“2x*”の場合は、ドライブ装置が2重化されているものを指しており、“DriveFileName”の代わりに“DriveFileNameD”に登録されている「図形部品」を用いる。

【0304】この場合は、モータの図形部品も二重化されたドライブ装置に対応したものに切り替える。最後にドライブ装置の項番については、発番規則に基づいて発番を行うと例えば、“3232”，“3232a”，“3232b”と発番できる。

【0305】＜負荷率の計算＞

次に、推論部1はドライブ装置の負荷率を計算する。ドライブ装置の負荷率は、ドライブ装置の運転時に要求される電流（あるいは容量）とドライブ装置の定格電流（あるいは定格容量）との比である。ここでは、連続負荷率を

「連続負荷率」＝「モータグループ正味連続電流」／「ドライブの連続電流」

とし、ピーク負荷率を

「ピーク負荷率」＝「モータグループ正味ピーク電流」／「ドライブ装置のピーク電流」

として計算する。その結果、

「ドライブ装置の連続負荷率」：“0.6383”，“0.8511”，“0.8598”

「ドライブ装置のピーク負荷率」：“0.6383”，“0.8511”，“0.8598”

が得られることになる。

【0306】なお、経験的に負荷率を予測できる場合、モータの負荷率を簡易的に全て“1.0”のままにしておき、ドライブ装置の負荷率を操作して、逆に、モータグループの正味の電流を算出し、上位層での機器の仕様決定に役立てることもできる。

【0307】この場合、

「モータグループ正味連続電流」＝「ドライブの連続電流」×「連続負荷率」

とし、「モータグループ正味ピーク電流」＝「ドライブ装置のピーク電流」×「ピーク負荷率」として逆算することができる。

【0308】＜稼働率の設定＞各ドライブ装置オブジェクトに対して、連続稼働率及びピーク稼働率を設定する。本実施例では、双方にデフォルトで“1.0”を設定する。稼働率は、用途や運転の仕方によりまちまちであるが、予め、おおよそ、その値を設定できるようにするのも良い。また、単線結線図を作成した後、稼働率を変更することで、より厳密な設計を行うことが出来る。

【0309】以上の結果から、少なくとも次の情報を持つドライブ（インバータ）オブジェクトが作成される。

【0310】

[項番“3232”のドライブ装置のリスト内容]

- ・項番：“3232”
- ・用途：“Roller_Tablein_areal”
- ・数量：“1”
- ・型式：“TOSVERT- μ s250”
- ・容量：“55.002”
- ・電圧：“440”
- ・電流：“72.00”
- ・ピーク電流：“53.00”
- ・連続負荷率：“0.6383”
- ・ピーク負荷率：“0.6383”
- ・連続稼働率：“1.0”
- ・ピーク稼働率：“1.0”
- ・OVERLOAD：“OL:150%-1min”
- ・母線電圧：“600”
- ・項番：“3232a”
- ・用途：“Roller_Tablein_areal”
- ・数量：“1”
- ・型式：“TOSVERT- μ s250”
- ・容量：“55.00”
- ・電圧：“440”
- ・電流：“72.00”
- ・ピーク電流：“53.00”
- ・連続負荷率：“0.8511”
- ・ピーク負荷率：“0.8511”
- ・連続稼働率：“1.0”
- ・ピーク稼働率：“1.0”
- ・“OVERLOAD”：“OL:150[%]-1[min]”
- ・母線電圧：“600”
- ・項番：“3232b”
- ・用途：“Roller_Tablein_areal”
- ・数量：“1”
- ・型式：“TOSVERT- μ s250”
- ・容量：“75.00”
- ・電圧：“440”
- ・電流：“98.00”
- ・ピーク電流：“147.00”
- ・連続負荷率：“0.8598”
- ・ピーク負荷率：“0.8598”
- ・連続稼働率：“1.0”
- ・ピーク稼働率：“1.0”
- ・“OVERLOAD”：“OL:150[%]-1[min]”
- ・母線電圧：“600”

このようにして、設計しようとしている電気システムに

使用するドライブ装置のオブジェクトが生成される。ドライブ装置はモータを駆動制御するためのものであるから、次にドライブ装置オブジェクトとモータオブジェクトとの接続関係を定義する必要がある。これは推論部1により次のようにして行われる。

【0311】＜ドライブ装置オブジェクト-モータオブジェクト接続＞作成されたドライブ装置オブジェクトには接続先モータオブジェクトを指定するためのメンバ“mMotorID”があり、モータオブジェクトには接続先ドライブ装置オブジェクトを指定するためのメンバ“mDriveID”がある。従って、モータオブジェクトのメンバ“mDriveID”とドライブ装置オブジェクトのメンバ“mMotorID”とをそれぞれ相手方のオブジェクトを指定するように内容を設定する。これにより、両オブジェクトはネット上、互いに接続されることになる。

【0312】次に、推論部1は、ドライブ装置のグルーピング処理を行う（図17のステップS30）。ドライブ装置は1つ以上の基準を設けてグループ分けを行う。本実施例では、次の基準と情報を用いて「区別」及び「分割」を行う。

【0313】まず、主機用と補機用の区別である。本実施例では、主機用と補機用のドライブ装置とでは、項番の発番範囲が異なるようにしてあることを利用して主機用／補機用の判定をする。この他にも、容量、電圧、電流、用途、など判定基準として用いることのできる要素がある。例として、項番“3232”、“3232a”、“3232b”のドライブ装置があったとして、これらはいずれも、補機用ドライブ装置となる。

【0314】また、サイクロコンバータ、インバータ、V/F、MCC（MCCBも含む）等のドライブ装置の種類別に区別する。なお、インバータなどのように、その型式により接続される母線電圧が異なるものは、この時点で型式により区別するのも良い。ここでの例において、項番“3232”、“3232a”、“3232b”のドライブ装置は、いずれも同じ「TOSVERT- μ s250」であるから、同一のグループとなる。

【0315】また、ドライブ装置を接続する母線の電圧による区別をする。これは、ドライブ装置が同一の型式であっても、容量などによりモータの電圧が異なる場合があるため、このような場合はドライブ装置を接続母線の電圧別にグループ分割する。

【0316】また、電気室が複数ある場合、電気室が異なるものが同じグループに含まれないように区別する。本実施例では、必要に応じて負荷（モータ）リストの備考欄に「“ER_”；電気室を表す記号」の形式で指定される。例えば、電気室に番号が振られている場合、電気室1は、「“ER_1”」と表記するのも良い。この情報を用いて電気室による区別を行う。

【0317】また、用途による区別をする。例えば、特別な用途を持つ場合に他の用途のものとを区別してグル

ーピングする場合である。このような区別をするには本実施例では、特別な用途を示すキーワードを登録しておき、そのキーワードとドライブ装置の用途を比較して判別する。例えば、“MCC”と称される種類のドライブ装置では、ポンプなどを駆動する場合を特別に“セラー”と呼び、それ以外の用途のものとを区別することができる。

【0318】また、容量制限による分割をする。これは、例えば、トランスの容量に制限を加えたい場合などであり、この場合、トランスの容量の制限値に達するドライブ装置グループを複数のグループに分割する。本実施例では、正味ドライブ容量の合計の上限を、入力パラメータから設定できるようにする。例えば、入力パラメータの「トランス容量の上限」に2000(kVA)を指定すると、この値を超えるところで新たなグループに分割する。分割の仕方はいくつかの方法が考えられる。例えば、上限値を超える直前で打ち切り、新たなグループを作成するのも良いし、上限値内に収まるように全体を等分配するのも良い。特に分割方法について方針がない場合は、一旦、生成された後に、ユーザがドライブ装置グループの統配合を行えるように母線分割、負荷移動、母線統合等の編集機能を提供するのもよい。

【0319】また、以前の設計情報による分割を行う場合がある。これは、例えば、設備増設や設計変更を、リストからやり直した場合などに、前回までの設計作業において得られた分割情報が負荷(モータ)リスト等により与えられると、この分割情報に基づいて、ドライブ装置グループを分割するといった場合である。グループ分けを行う時点でこれらの基準の評価順序は、負荷(モータ)リストの順番、ドライブ装置オブジェクトを参照するための記憶構造などにより、適した順番がある。本実施例では、単線結線図中の機器図形を、電気的なつながりを守りながら基本的に電圧レベルの高い順に作図するものとし、また、負荷(モータ)リストの記載順序に少なくとも電圧レベル(容量や電流レベルともいえる)を加味していると仮定することから、次の順番で評価するのが効率的である。

【0320】〔第1順位〕、ドライブ装置の種類による区別(必要に応じて型式による区分を行うも可)

〔第2順位〕、主機用と補機用の区別

〔第3順位〕、ドライブ装置を接続する母線の電圧による区別

〔第4順位〕、電気室による区別

〔第5順位〕、用途による区別

〔第6順位〕、容量制限による分割

〔第7順位〕、以前の設計情報による分割

ドライブ装置のグルーピングにより、項番“3232”、“3232a”、“3232b”のドライブ装置は同じドライブ装置グループに集められる。

【0321】このようにしてドライブ装置のグルーピング

が終わると、次にドライブ装置の種類による区別をする(図17のステップS31(必要に応じて適用))。ここでは、サイクロコンバータ、インバータ、VF、MCC(MCCBも含む)等と云った種類別にドライブ装置の区別する。

【0322】すなわち、ドライブ装置がサイクロコンバータであるか否かを調べ(図17のステップS31)、その結果、サイクロコンバータであれば図18のステップS50に移り、トランスの選定に処理を進める。そして、トランスを決定し、更に、トランスの仕様を決定する(図18のステップS51)。なお、サイクロコンバータのように、ドライブ装置とトランスが1対1で接続されるドライブ装置の場合、1つ前のステップにおいて、必ずしもグルーピングする必要がない場合もある。

【0323】この場合、トランスの仕様を決定したならば、次に遮断器を選定し(図18のステップS52)、更に遮断器の仕様を決定(図18のステップS53)する。次に、サイクロコンバータは、ロードセンタに接続されることはないので、ステップS57の処理に移る。ステップS57においては、遮断器のソートを行う。

【0324】遮断器のソートが終わったならば、次に接続母線が特別高圧母線か、高圧母線かを調べる(図18のステップS58)。

【0325】その結果、特別高圧母線であれば特別高圧母線に遮断器を接続する処理を行い(図18のステップS59)、ステップS61の処理に移る。

【0326】また、ステップS58での判断の結果、高圧母線であれば高圧母線に遮断器を接続する処理を行い(図18のステップS60)、ステップS61の処理に移る。ステップS61では、母線間接続の有無を調べ、その結果、母線間接続が無ければ処理を終了し、母線間接続があれば、動力トランスの選定および仕様決定を行い(図18のステップS62)、高圧母線と動力トランスの間に呼び合い番号を作成する(図18のステップS63)。そして、動力遮断器の選定及び仕様を決定し(図18のステップS64)、処理を終了する。

【0327】一方、図17のステップS31においてドライブ装置がサイクロコンバータであるか否かを調べた結果、サイクロコンバータでなかったならば図17のステップS32の処理に移り、ここでドライブ装置グループの連続及びピーク電流の算出を行う。

【0328】ドライブ装置グループの連続及びピーク時の正味電流の算出は次のようにして行う。

【0329】まず、グループ内の各々のドライブ装置に接続されるモータグループの正味連続電流の和をとってドライブグループの連続電流とし、また、正味ピーク電流の和をとってドライブグループのピーク電流とする。この値自体が負荷の負荷率を含んでいるので、一つの方法としては、この値をそのままドライブ装置グループの

連続及びピーク時の正味電流としても良い。

【0330】本実施例では、更に、稼働率を考慮する。この場合、グループ内の各々のドライブ装置に接続されるモータグループの正味連続電流と、ドライブ装置の連続稼働率との積の和をとって、そのドライブグループの正味連続電流とし、モータグループの正味ピーク電流と、ドライブ装置のピーク稼働率との積の和をとって、そのドライブグループの正味ピーク電流とする。

【0331】更に、稼働率を考慮する場合、グループとして押し並べてどの程度の稼働率であるかの目安として平均稼働率をユーザに提示するのも良い。本実施例では、ドライブグループの連続電流で正味連続電流を割り算した値を、ドライブグループの平均連続稼働率と呼ぶ。また、ドライブグループのピーク電流で正味ピーク電流を割り算した値を、ドライブグループの平均ピーク稼働率と呼ぶ。項番“3232”、“3232a”、“3232b”のドライブグループの例では、正味連続電流は、 $45.96/1.0+61.28/1.0+84.26/1.0=191.50$ となり、この時の平均連続稼働率は、 $(45.96/1.0+61.28/1.0+84.26/1.0)/(45.96+61.28+84.26)=1.0$ となる。また、正味ピーク電流は、 $68.94/1.0+91.92/1.0+126.39/1.0=287.25$ となり、この時の平均ピーク稼働率は、 $(68.94/1.0+91.92/1.0+126.39/1.0)/(68.94+91.92+126.39)=1.0$ となる。

【0332】次に、推論部1は、各々のドライブ装置グループを束ねる母線の選定を行う(図17のステップS34)。

【0333】ドライブ装置の型式或いは入力電圧により束ねる母線が異なる。本実施例では、ドライブ装置及びその入力電圧により母線の種類及び電圧を指定するためにドライブ装置仕様決定知識にこうした知識を記録する。このため、ドライブ装置の型式「TOSVERT- μ s250」に関する知識“`Inverter_OrientedKn`”オブジェクトをキーに、“`Drive_Selector`”からの直接的連想(“`DriveNameIndex`”)により検索する。検索された知識オブジェクトの“`BUSClassName`”：“`DC_LV_BUS`”とドライブ装置オブジェクトに記録された「母線電圧」、更に、ドライブ装置のグルーピングの際に得られた情報を基に次のように母線オブジェクトを作成する。

【0334】・母線種類：“DC・電圧：600”
・平均連続稼働率：“1.0”
・平均ピーク稼働率：“1.0”
・ドライブ装置グループ正味連続電流：“191.50”
・ドライブ装置グループ正味ピーク電流：“287.25”
作成された母線オブジェクトは、ドライブ装置グループの各オブジェクトと接続される。この例では、“`DC_LV`

__BUS”オブジェクトの“`mDriveIds`”と各インバータの“`mDCBUSID`”とで接続される。

【0335】このようにして、ステップS34での処理であるドライブ装置グループを束ねる母線の選定及び仕様決定を行い、それが終わったならば、次にドライブ装置がインバータであるか否かを調べ(図17のステップS35)る。その結果、ドライブ装置がインバータであったならば、インバータグループを束ねる各々の母線に対してCPE(整流器)の選定を行い(図17のステップS36)、ついでCPE(整流器)仕様を決定する(図17のステップS37)。CPEの選定と仕様決定は、次のようにして行われる。ドライブ装置がインバータの場合、そのドライブ装置グループを束ねた各々の母線に対して、推論部1はCPE(整流器)を選定する。このとき、CPEとしてはインバータの型式に対応したものを選定する。

【0336】本実施例では、“`Inverter_OrientedKn`”オブジェクトから連鎖的連想によりCPEに関する知識“`CPE_OrientedKn`”オブジェクトを検索できる。

【0337】この時、“`Inverter_OrientedKn`”オブジェクトを参照していなかったとしても、ドライブ装置オブジェクトが既に作成済みであることから、“`Drive_Selector`”から直接的連想(“`DriveNameIndex`”)により検索できる。また、CPEの型式が予め分かる場合は、“`CPE_OrientedKn`”を“`Drive_Selector`”から直接的連想(“`DriveNameIndex`”)により検索した後、この知識から連鎖的連想により“`TOSVERT-PS20`”というCPEに関する知識を記録した“`CPE_OrientedKn`”オブジェクトが検索される。このオブジェクトから、上の例の母線に接続されるCPEオブジェクトは、CPEクラスのインスタンスであり、そして、用いられる図形部品の名称は“`TOSVERT-PS20`”となる。

【0338】これが終わると、推論部1は次にCPE仕様の決定を行う(図17のステップS37)。

【0339】CPE仕様の内容は、「項番」、「用途」、「数量」、「型式」、「容量」からなるが、これは以下のようにして仕様決定する。

【0340】まず、「項番」については、CPEの発番規則により発番する。本実施例では、項番“3232”は補機用ドライブ装置に当たるので、例えば、項番“3232b”が最後のドライブ装置であれば、CPEの項番は“3301”から発番となる。簡単のため、以下では、このCPEの項番を“3301”として説明する。

【0341】次に、「用途」であるが、これは“`CPE_OrientedKn`”オブジェクトの“`CPEUse`”に記録されたものを用いる。この例では、“ `μ s250共通CPE`”となる。

【0342】次に、「数量」であるが、本実施例では、1つのインバータグループに対して基本的に1台のCPEを用いるものとし、デフォルト値“1”を入力する。

【0343】「型式」については、“`CPE_OrientedK`

n”の“CPETypeName”から代入する。この例では、「TO SVERT-PS2」となる。

【0344】「容量」については、選択された型式のCPEに既製の容量ラインナップがある場合は、少なくともドライブ装置グループの正味容量と既存のCPE容量とを比較してCPE容量を選択する。また、既製の容量ラインナップが無い場合は、ドライブ装置グループの正味容量を算出した後に安全率を掛け、切りの良い値にするなどして幾分の余裕を持った値を用いる。なお、既製の容量ラインナップがある場合、CPEの容量に関連する、「オーバーロードの時間モード」、「CPEへの入力電源の周波数」、「出力電流値(連続、ピーク)」等の関係を加味することでより精度の高い選定が可能である。

【0345】本実施例では、“CPE_OrientedKn”において「オーバーロードの時間モード」を選択する。

【0346】「時間モード」は、負荷のオーバーロードの時間モードに合わせても良いし、デフォルトの時間モードを設定してその時間モードを選択しても良いし、ユーザが設定するようにしても良い。

【0347】ここで、例えば、60[sec]モードを選択した場合、“CPE_OrientedKn”から選択的連想(“CapCandidates60sec”)される「CPE(整流器)容量」と「オーバーロード」と「連続出力電流」と「ピーク出力電流」の関係を記録した“CapOLRegPeakCurr”オブジェクトの中から、条件を満たすオブジェクトを選択する。

【0348】この時、「CPE出力電流値(連続、ピーク双方)」が、「ドライブ装置グループの電流値(連続、ピーク双方)」を同時に上回るもので、最小のCPE容量となるものを選択する。

【0349】項番“3301”のCPEの場合、入力電源周波数“50[Hz]”とドライブ装置グループの正味連続電流“191.50”と正味ピーク電流“287.25”から、CPEの連続電流“600”、ピーク電流“900”、オーバーロード“150[%]-60[sec]”のときのCPE容量“300[kW]”が選択される。

【0350】CPE(整流器)に関する知識連想テーブル形式の知識において、「CPE容量」に関する欄に「Calc」と記載された場合は、「既製の容量ラインナップ」が無い型式であることを示しており、この場合においては、“CPE_OrientedKn”オブジェクトの選択的連想(“CapCandidates10/60sec”)はCPEの容量計算式を用いる容量決定手段へのメタ連想に、連想の手法が切り替えられる。この場合、CPE容量の計算式を用いて計算した容量値について、その小数点以下を切り上げて得られる値を用いる。

【0351】「電圧」：インバータの母線電圧と同じ値を代入する。

【0352】「電流」：既製の容量ラインナップがあ

る場合は、上で選択された“CapOLRegPeakCurr”オブジェクトの連続電流(“50[Hz]”の場合、“600[A]”)を代入する。なお、特にラインナップが無い場合には、容量と電圧から電流値を算出するのも良い。

【0353】「制御」：制御方式が型式により変わる場合は、型式毎の知識に記載してその方式名称を用いる。インバータ一般に変わらなければ、デフォルト値例えば“AVR”を代入する。

【0354】「OVERLOAD」：容量を選択する際にオーバーロードを考慮した場合は、容量の条件になっていたオーバーロードの値を代入する。

【0355】本実施例では、上で選択された“CapOLRegPeakCurr”オブジェクトの“CPEOverLoad”の値“150[%]-60[sec]”を用いる。

【0356】次に、負荷率の計算について触れておく。CPE(整流器)の正味あるいは連続電流を求めるにはCPEの負荷率を特定する必要がある。この負荷率は予め与えられている場合は別として、計算して求める必要がある場合には次のようにする。

【0357】CPEの負荷率は、CPEに運転時に要求される電流(あるいは容量)とCPEの定格電流(あるいは定格容量)の比である。ここでは、連続負荷率を、(ドライブ装置グループの正味連続電流)/(CPEの連続電流)とし、(ピーク負荷率をドライブ装置グループの正味ピーク電流)/(CPEのピーク電流)として計算する。

【0358】CPEの連続負荷率：“0.3192”

CPEのピーク負荷率：“0.31921”

尚、経験的に負荷率を予測できる場合、ドライブ装置以下の負荷率を簡易的に全て“1.0”のままにしておき、CPEの負荷率を操作して、逆に、ドライブ装置グループの正味の電流を算出し、上位の機器の仕様決定に役立てるのも良い。

【0359】この場合、

「ドライブ装置グループ正味連続電流」=「CPEの連続電流」×「連続負荷率」

とし、

「ドライブ装置グループ正味ピーク電流」=「CPEのピーク電流」×「ピーク負荷率」

として逆算することができる。以上でCPEの仕様が求められた。この求められた仕様を基に、推論部1はCPE(整流器)オブジェクトであるCPEオブジェクトを作成する。そして、この作成されたCPEオブジェクトは、“DCBUS”オブジェクトと接続させる。この例では、CPEオブジェクトの“mDCBUSIDs”と“DC_LV_BUS”の“mCPEID”とが接続される。

【0360】このようにしてステップS36、S37での処理であるCPE(整流器)の選定と仕様決定を終えたならば、次に前述の図18におけるステップS50の処理(トランス選定)に移る。そして、ステップS50

以下の処理を実施する。

【0361】また、ドライブ装置がインバータであるか否かを調べた結果(図17のステップS35)、ドライブ装置がインバータで無かったならば、次に図17のステップS38の処理に移り、ここでドライブ装置がVFまたはMCCであるか否かを調べる。

【0362】その結果、ドライブ装置がVFまたはMCCでなければ前述の図18におけるステップS50の処理(トランス選定)に移る。そして、ステップS50以下の処理を実施する。

【0363】また、図17のステップS38の判断の結果、ドライブ装置がVFまたはMCCであったときは、ロードセンタがあるか否かを調べる(図17のステップS39)。本実施例では、ロードセンタの有無は、入力パラメータに従う。

【0364】その結果、ロードセンタなしの場合は前述の図18におけるステップS50の処理(トランス選定)に移る。そして、ステップS50以下の処理を実施する。

【0365】また、図17のステップS39において、ロードセンタがあるか否かを調べた結果、ロードセンタありの場合は分電盤の選定を行い(図17のステップS40)、次に、VFあるいはMCCを束ねる母線と分電盤に呼び合い番号を接続し(図17のステップS41)、SLDオブジェクトに母線側の呼び合い番号を登録し(図17のステップS42)、分電盤仕様を決定する(図17のステップS43)。

【0366】分電盤の仕様決定は推論部1が次のようにして行う。すなわち、推論部1は、各々の分電盤に接続される“MCC”、“VF”グループの正味の定格及びピーク電流を供給できるように、分電盤の連続及びピーク電流を決定する。そして、決定した仕様を用いて分電盤オブジェクトを作成し、母線オブジェクトと接続する。

【0367】このようにステップS43において、分電盤仕様を決定し終えたならば次に、分電盤のグルーピングを行う(図17のステップS44)。

【0368】そして、分電盤グループの連続及びピーク電流を算出する(図17のステップS45)。

【0369】この分電盤グループの定格及びピーク電流を算出は推論部1によって成される。各々の分電盤グループの定格及びピーク電流を算出する一つの方法としては、グループ内の分電盤の定格電流及びピーク電流の和をとる。また、稼働率を考慮する場合は、グループ内の分電盤について、その定格及びピーク電流にそれぞれ、分電盤の定格稼働率及びピーク稼働率を掛け合わせた正味の電流の和をとる。稼働率を考慮した電流の和を考慮しない電流の和で割り算し、その結果得られた値を、この分電盤グループの平均稼働率として算出する。

【0370】このようにして分電盤グループの連続及び

ピーク電流を算出する(ステップS45)。そして、分電盤と母線を接続する。これが終わったならば、推論部1は次に、グルーピングした分電盤を各々母線で束ねる(図17のステップS46)。そして、前述の図18におけるステップS50の処理(トランス選定)に移り、ステップS50以下の処理を実施する。

【0371】推論部1はトランスの選定をつぎのようにして行う。トランスは、主にドライブ装置の型式と仕様により選択する。本実施例では、ドライブ装置に関する知識(例えば、“Inverter_OrientedKn”オブジェクト)にトランスに関する知識を含めて予め記載しておき、この知識を用いてトランスの選択及び仕様決定を行う(図18のステップS51)。

【0372】トランスには、サイクロコンバータなどのような直接、当該トランスが接続されるドライブ装置、CPE(整流器)、分電盤を束ねた母線、ドライブ装置を束ねた母線等が接続されることになる。

【0373】項番“3301”のCPE(整流器)に接続されるトランスの選定においては、まず、ドライブ装置の型式が「TOSVERT- μ s250」であることが判っているので、“Drive_Selector”オブジェクトから、直接的連想により、“Inverter_OrientedKn”オブジェクトを検索する。

【0374】更に検索された“Inverter_OrientedKn”オブジェクトの“TransClassName”から、トランスオブジェクトは、“Transformer”クラスのインスタンスオブジェクトであり、図形部品としては、「TOSVERT- μ s250」を用いることが決定される。

【0375】次に、トランスの仕様を決定する(図18のステップS51)。

【0376】＜トランスの仕様決定＞S51でのトランスの仕様決定は次のようにして行う。まず、項番の発番をする。これは、トランスの発番規則に従って発番する。本実施例では、項番“3301”は補機用CPEに該当するように設定してあり、一方、トランスは“4201”から順に発番する規則としてあるので、“4201”から順に発番する。

【0377】簡単のため、以下では、このトランスの項番が“4201”であるとして説明する。

【0378】・「用途」：トランス以下に負荷(モータ)が1台だけ接続される場合は、負荷(モータ)の用途を代入する。トランス以下に複数の負荷(モータ)が接続される場合には、“Inverter_OrientedKn”オブジェクトの“TransUse”の記載を代入する。

【0379】・「数量」：本実施例では、1つのCPEに対して基本的に1台のトランスを用いるものとし、デフォルト値として“1”を入力する。

【0380】・「一次電圧」：接続される母線(特高母線か高圧母線)の電圧を入れる。

【0381】特高母線か高圧母線かの選択は、様々な要

因から決定され得るので、本実施例では、ドライブに関する知識の優先母線欄 (SHV or IIV) の記載を優先するが、もし、その母線の電圧が入力パラメータに記載されていなければ、記載のある方の母線の電圧を用いる。

【0382】項番“4201”の例では、“Inverter_OrientedKn”オブジェクトからIIV（高圧母線）という指示があるので、高圧母線の電圧“3300 [V]”がトランスの一次電圧と決定される。

【0383】・「二次電圧」：ドライブに関する知識のトランス二次電圧欄 (“Trans2ndVoltage”) の記載内容を代入する。

【0384】記載内容が数値であればその値を用い、文字列 “[motorV]” の場合はモータの電圧を問い合わせる二次電圧とする二次電圧決定手段へのメタ連想となっており、この連想により前述の手段を用いて二次電圧を決定する。

【0385】また、“[BUSV]” の場合は、直下のBUS（バス）の電圧を問い合わせる二次電圧とする二次電圧決定手段へのメタ連想となっており、この連想により前述の手段を用いて二次電圧を決定する。項番“4201”のトランスの場合は“600[V]”となる。

【0386】・「容量」：接続されるドライブ装置により算出方法が幾つかある。トランス以下の機器に必要な正味の電流とトランスの2次電圧との積をとるものが多いが、サイクロコンバータでは、専用の計算式を別途必要とする。

【0387】また、インバータの場合、

$$(\text{CPEの容量}) \times \sqrt{2}$$

となる。項番“4201”の場合、

$$300 \times \sqrt{2} = 430 \text{ [kW]}$$

となる。トランスの容量に規定の値があれば、そのCPEの容量から計算した値を超える最も小さい値に合わせるのも良い。

【0388】・「(二次) 定格(連続) 電流」：トランス以下の正味の電流を代入するのも良いし、増設の可能性を考慮して、多めの設定を行うのも良い。例えば、項番“3301”のCPEの正味の連続電流は、“191.50

[A]”ではあるが、定格連続電流は“600[A]”であることから、CPEの能力を充分生かし得るように、例えば、トランスの二次定格連続電流を、

$$\text{トランス容量} / (\sqrt{3} \times \text{トランス一次電圧}) = 414 \text{ [A]}$$

とするのも良い。

【0389】・「(一次) 定格(連続) 電流」：トランス以下の正味の電流から算出するのも良いし、増設の可能性を考慮して、多めの設定を行うのも良い。例えば、項番“3301”のCPEの正味の連続電流は“191.50 [A]”ではあるが、定格連続電流は“600 [A]”であることから、CPEの能力を充分生かし得るように、例えば、トランスの一次定格連続電流を、

トランス容量 $(\sqrt{3} \times \text{トランス一次電圧}) = 75 \text{ [A]}$ とするのでも良い。

【0390】・「相数」：デフォルト値“3”を入力。

【0391】・「周波数」：入力パラメータから入力。この例では50 [Hz]。

【0392】・「二次正味連続電流」：例えば、 $(\sqrt{2} \times \text{CPE正味連続電流} / \text{CPE出力電圧}) \times (\sqrt{3} \times \text{トランス二次電圧}) = 156.36 \text{ [A]}$ として求める。

【0393】・「一次正味連続電流」：例えば、 $(\sqrt{2} \times \text{CPE正味連続電流} / \text{CPE出力電圧}) \times (\sqrt{3} \times \text{トランス一次電圧}) = 28.43 \text{ [A]}$ として求める。

【0394】このようにしてトランス仕様を決定すると次に負荷率を計算する。負荷率の計算の計算は次の如きである。トランスの負荷率は、トランスに運転時に要求される正味の電流（あるいは容量）とトランスの定格電流（あるいは定格容量）の比である。ここでは、連続負荷率を $(\text{トランス二次正味連続電流}) / (\text{トランス二次定格連続電流})$ として計算する。

【0395】「トランスの連続負荷率」：“0.38”

なお、負荷率はユーザ側で数値操作できるようにしてある。

【0396】すなわち、経験的に負荷率を予測できる場合、CPE以下の負荷率を簡易的に全て“1.0”のままにしておき、トランスの負荷率を操作して、逆に、トランスの正味の電流を算出し、上位の機器の仕様決定に役立てることができるからである。この場合、

「トランス正味連続電流」=「トランスの連続電流」×「連続負荷率」

として逆算することができる。

【0397】以上で求められた仕様を基に、トランスオブジェクトが作成される。

【0398】作成されたトランスオブジェクトは、サイクロコンバータ、各種母線、CPE等と接続される。この例では、トランスオブジェクトの“mCPEID”と“CPE”オブジェクトの“mTransformerID”とで接続される。

【0399】トランスの選定を終えたならば、推論部1は次に遮断器を選定する（図18のステップS52）。

【0400】遮断器の選定は、少なくとも遮断器を接続する母線の電圧と、遮断器に流れる電流（すなわち、トランスの1次側に流れる電流）により決定する。本実施例では、遮断器を選定する条件として母線電圧（トランスの1次電圧）の上限と下限、更に、トランスの一次定格連続電流の上限と下限を設定できる様にする。

【0401】項番“4201”のトランスについては、トランスの一次定格連続電流は“75 [A]”である。“Breaker_Selector”オブジェクトから選択的連想される“BreakerSelectRule”から、母線電圧（トランスの1次電圧）条件が“3300 [V]”であることと、トランスの1次電流の条件が“75 [A]”であることとを同時に満たす遮断器として“VCB”と“CBS”が候補にあがるので、

このうち、“CBS”を選出する。

【0402】遮断器が選定されたならば次に推論部1は遮断器の仕様決定を行う(図18のステップS53)。遮断器の仕様決定は次のようにして行う。推論部1は、選択された遮断器についての知識を“Breaker_SelectRule”からの連鎖的連想により検索して仕様を決定する。遮断器選択規則である“Breaker_SelectRule”オブジェクトには遮断器(CBS)に関する知識のオブジェクトが関連付けられており、その知識に関するオブジェクトである“Breaker_OrientedKn”から、CBSに関する知識を記載した“Breaker_OrientedKn”オブジェクトを検索する。

【0403】このオブジェクトから、この遮断器オブジェクトは、“Breaker”クラスのインスタンスオブジェクトとして作成し、トランスに接続する図形部品(“BreakerFileNameJrans”)として“BR_CBS”を用いることが分かる。

【0404】更に、トランスの1次電圧と1次電流から遮断器の仕様を決定する。本実施例では、トランスの1次電圧と1次電流を“Breaker_OrientedKn”オブジェクトから選択的連想(“BreakerSpecs”)される“Breaker_Spec”オブジェクトと比較して次の仕様を決定する。トランスの1次電圧(“3300[V]”)と1次電流(“75[A]”)を上回る最小の定格電圧と定格電流となる遮断器を求める。

【0405】・定格電圧: “3300[V]”
・定格電流: “200[A]”
・型式: “UV-3GA”
・遮断電流(kA): “40[kA]”
・母線電流(A): “800[A]”
・正味連続電流: トランスの次正味連続電流から、“28.43[A]”

また、項番についても次のように発番する。

【0406】・項番: 遮断器の発番規則により発番する。本実施例では、“4101”から順に発番する。簡単のため、以下では、この遮断器の項番を“4101”として説明する。

【0407】次に推論部1は遮断器の負荷率を計算する。遮断器の負荷率は、遮断器に対して運転時に要求される正味の電流と、遮断器の定格電流の比である。ここでは、連続負荷率を『(遮断器正味連続電流) / (遮断器定格(連続)電流)』として計算する。その結果、遮断器の連続負荷率として、“0.14”が求められる。

【0408】なお、経験的に負荷率を予測できる場合、トランス以下の負荷率を簡易的に全て“1.0”のままにしておき、遮断器の負荷率を操作して、逆に、遮断器の正味の電流を算出し、上位の機器の仕様決定に役立てるのも良い。

【0409】この場合、

「遮断器正味連続電流」=「遮断器の連続電流」/「連

続負荷率」

として逆算することができる。

【0410】次に、推論部1は稼働率を設定する。これは各遮断器オブジェクトに対して、連続稼働率を設定する処理である。本実施例では、デフォルトで“1.0”を設定する。稼働率は、用途や運転の仕方によりまちまちであるが、予め、おおよそ、その値を設定できるようにするのも良い。また、単線結線図を作成した後、稼働率を変更することで、より厳密な設計を行うことが出来る。

【0411】次に推論部1はロードセンタ以外の補機用としての遮断器の有無を調べる(図18のステップS54)。その結果、なしならば、遮断器のソート処理に移るが(図18のステップS56)、遮断器がある場合は呼び合い番号の挿入を行う(図18のステップS55)。

【0412】呼び合い番号の挿入は次のようにして行う。すなわち、推論部1は、ロードセンタが接続するトランスを除く補機用トランスと遮断器との間に呼び合い番号を挿入するが、これは、遮断器オブジェクトに呼び合い番号“from”を接続し、トランスには呼び合い番号“to”を接続することで行う。さらに、トランスに接続した呼び合い番号“to”をSLDオブジェクトに接続する。

【0413】例えば、項番“4101”の遮断器と、項番“4201”のトランスとでは、項番“4101”の遮断器オブジェクトの“mConnectionMark_fromID”と呼び合い番号“from”オブジェクトの“mBreakerID”で、遮断器と呼び合い番号“from”が接続され、項番“4201”のトランスの“mConnectionMark_toID”と呼び合い番号“to”の“mTransformerID”で、トランスと呼び合い番号“to”が接続される。

【0414】更に、項番“4201”のトランスに接続された呼び合い番号“to”とSLDオブジェクトとは、呼び合い番号“to”の“mSLDID”とSLDの“mForLVMacIDs”とで接続される。

【0415】次に、トランス側の呼び合い番号をSLDオブジェクトにおける補機トランスリストに登録する(図18のステップS56)。そして、遮断器のソート処理に入る(図18のステップS57)。

【0416】遮断器1は、ソート処理を次のようにして行う。まず、すべての遮断器を接続母線の電圧毎に、主機・補機の関係、ドライブ装置の種類、ドライブ装置の電圧、電気室、負荷の用途等の観点から規則的に並ぶようにする。例えば、下のようなルールとその優先順位を決めて適用するのも良い。このルールに依れば、電圧レベルの高い順にソートされる。

【0417】負荷リストにおける負荷の記載順を、こうしたルールの登場順に近い順番とすることで、規則的に並べるための手間を少なくすることができる。

【0418】すなわち、ルールとその優先順位は、

- ・ 主機を補機よりも前にする。
- ・ 遮断器の下位に接続されているドライブ装置により、例えば、サイクロコンバータ、界磁装置、高圧モータ、直流ドライブ装置、インバータ、MCC、VFの順に並べる。
- ・ 遮断器の下位に接続されているドライブ装置の電圧の高い順に並べる。
- ・ 電気室に順序をつけてその順番に並べる。
- ・ ポンプやファンやヒーターなど総称的にセラーと呼ばれる用途の負荷のために用いられる遮断器を後ろにする。

と云った具合である。

【0419】これでソート処理が終わり、次に推論部1は接続母線の種別を判定する(図18のステップS58)。

【0420】その結果、特別高圧母線に遮断器を接続特別高圧母線に接続される遮断器があれば、母線が特別高圧母線であるか高圧母線であるかが判るので、特別高圧母線であった場合には推論部1は特別高圧母線オブジェクトを作成し、ソートされた順番で遮断器を特別高圧母線に接続する(図18のステップS59)。

【0421】この時、ドライブ装置を束ねる母線でドライブ装置グループの正味連続電流の和及び平均稼働率を求めたのと同様に、母線の仕様を決定すると共に遮断器グループの正味連続電流の和及び平均稼働率等を算出するのも良い。

【0422】一方、母線の種別が高圧母線であった場合には、高圧母線に遮断器を接続高圧母線に接続される遮断器があれば、高圧母線オブジェクトを作成し、ソートした順番で遮断器を高圧母線に接続する(図18のステップS60)。この時、ドライブ装置を束ねる母線でドライブ装置グループの正味連続電流の和及び平均稼働率を求めたのと同様に、母線の仕様を決定すると共に遮断器グループの正味連続電流の和及び平均稼働率等を算出するのも良い。

【0423】これが終わると次に、推論部1は、母線間の接続の有無を調べ(図18のステップS62)、その結果、母線間接続(特別高圧母線・高圧母線間)でない場合は処理を終了し、一方、母線間接続であった場合は動力トランスの選定及び仕様決定を行う(図18のステップS62)。

【0424】動力トランスの仕様の仕様を決定する手段としては、特別高圧母線電圧、高圧母線電圧、高圧母線に接続されている遮断器グループの正味連続電流から、電流、電圧、容量等の仕様を決定するなど幾つかの方法が考えられる。作成された動力トランスオブジェクトは、高圧母線オブジェクトと接続する。

【0425】次に推論部1は、動力トランスと高圧母線との間に呼び合い番号を挿入する(図18のステップS

63)。これは、動力トランスに呼び合い番号“from”を、高圧母線に呼び合い番号“to”を接続することで行える。

【0426】次に推論部1は、動力遮断器の選定と仕様決定を行う(図18のステップS64)。動力遮断器の仕様は、動力トランス及び特別高圧母線などの仕様から決定する。動力トランスの電圧及び電流から上述の遮断器と同様に仕様を決定することが出来る。

【0427】作成された動力遮断器オブジェクトは、動力トランスオブジェクトと特別高圧母線オブジェクトとに接続する。

【0428】そして、推論部1は、最後に、項番を発番する。当該項番については予め定めた規則によって自動的に発番する。発番規則は、設備機器の分類毎による区分、機器の用途による区分などを考慮して決定する。本実施例では、主機用と補機用という用途による区分と、負荷(モータ)、ドライブ装置、整流器(CPE)、トランス、遮断器等の基本的な設備機器の分類による区分に基づく発番規則の例を説明する。初期値、規定の位、差分値、規定間隔については、ユーザが必要に応じて変更できるようにするのも良い。

【0429】ここで、項番の発番規則について説明しておく。

【0430】〈項番の発番規則〉・負荷(モータ)の項番自動発番規則

主機用モータ：初期値(“1101”)から順に発番する。

【0431】補機用モータ：初期値(“2101”)から順に発番する。

【0432】・ドライブ装置の項番自動発番規則

主機用：モータの項番(“11012”)に差分値(“100”)を加える。(“1201”～)

補機用：モータの項番(“2101”)に差分値(“1000”)を加える。(“3101”～)

但し、同じ項番のモータオブジェクトが複数存在する場合は、上の規則に加えて、次のようにサフィックスを加えて発番する。例えば、モータの項番が“2101”でモータオブジェクトの数が3つある場合、上の規則によりドライブ装置の項番は、いずれも“3101”となることを“3101”、“3101a”、“3101b”と2つ目以降にそれぞれを差別化できる記号を付加する。

【0433】順序付け可能な記号であれば、サフィックスが付加された項番をキーに、ドライブ装置をリストアップするとき等のソートに用いることが出来る。

【0434】・整流器(CPE)の項番自動発番規則

主機用：主機用ドライブ装置の最終項番に対して規定の位(1)以下を切り捨てて差分値(11)を加える。

【0435】補機用：補機用ドライブ装置の最終項番に対して規定の位(10)以下を切り捨てて差分値(101)を加える。

【0436】・分電盤の項番自動発番規則補機用：初期

値(4401)から作成された順番に規定間隔(1)を加えて発番する。

【0437】・トランスの項番自動発番規則

主機用：初期値(“1301”)から作成された順番に規定間隔(“1”)を加えて発番する。

【0438】補機用：初期値(“4201”)から作成された順番に規定間隔(“1”)を加えて発番する。

【0439】・遮断器の項番自動発番規則

主機用、補機用共に：初期値(“4101”)から作成された順番に規定間隔(“1”)を加えて発番する。

【0440】このように、推論部1はその仕様決定部の持つ機能である図17および図18に示した電気システム自動設計手順を実行することにより、モータ、ドライブ装置、トランス等の選定と、母線接続などを自動的に行うことになる。

【0441】以上で推論部1における仕様決定部での処理が終わり、機器の選定、機器の接続関係などが決まることになる。これが終わると、図面を作成するための処理に移ることができる。図面の作成は推論部1のレイアウト部が担当が、以下、このことについて詳細を説明する。

【0442】先ず、図面の仮レイアウト処理について説明する。

【0443】図面レイアウト処理においては、仮レイアウトを先ず実施し、その後に最適化レイアウト処理を実施する。仮レイアウト処理では、設計結果として得られた電気システムにおける構成要素としての電気機器図形部品を、単線結線図上の妥当な場所を求めてそこに配置する、と云うことを行う。

【0444】推論部1におけるレイアウト部の持つ機能としての図面レイアウト処理は、マネージャであるSLDオブジェクトとその下に接続された電気機器オブジェクトに割り当てられたメンバ関数“layout”及び“get_x_position”により行われる。

【0445】そして、当該図面レイアウト処理は、SLDオブジェクトを出発点とし、負荷(モータ)に向かってトップダウンに進める。本実施例では、電圧レベル対応に、3段に層を分けたかたちでレイアウトを行う。

【0446】図9のSLDオブジェクトをみると、ここには順に“mFrameIds”、“mSHV_BUSIDs”、“mHV_BUSIDs”、“mForLVMacIDs”なる記述がある。これは、このSLDオブジェクトは自己のIDが“mFrameIds”であり、接続関係としては最上位階層に“mSHV_BUSIDs”(特別高圧母線)で特定されるIDを持つものが、また、2段目階層に、“mHV_BUSIDs”(高圧母線)で特定されるIDを持つものが、そして、3段目階層に“mForLVMacIDs”で特定されるIDを持つものが接続されると云うことを意味する。

【0447】従って、図面レイアウト処理は、SLDオブジェクトにおけるこの記載内容に従うと、1段目階

層、すなわち、最上位階層としては“mSHV_BUSIDs”に接続された特高母線(特別高圧母線)があるので、この1段目階層に特高母線をレイアウトし、その下位の層としての2段目階層には、“mHV_BUSIDs”に接続された高圧母線があるので当該高圧母線をレイアウトし、さらにその下位の層としての3段目階層には、“mForLVMacIDs”に呼び合い番号“to”(“ConnectionMark_to”)で繋がるものをレイアウトすることになる。

【0448】呼び合い番号は、細切れになる図面間での電氣的繋がりを特定して示すために用いているシymbol的な接続番号であるから、単純な場合には一組しかない場合や全く無い場合もあれば、複数の組がある場合もある。

【0449】図9の例の場合、呼び合い番号“to”で繋がるものは“mConnectionMark_toID”なるオブジェクトであり、呼び合い番号“from”に相当するものは“mConnectionMark_fromID”なるオブジェクトと云うことになる。

【0450】従って、レイアウトは呼び合い番号“to”(“mConnectionMark_toID”)のものから開始し、呼び合い番号“from”(“mConnectionMark_fromID”)の接続されている機器までで切り上げるようにする。呼び合い番号“from”を配置したならば、その先は、下の段に描画される。

【0451】また、本実施例においては、オブジェクトのメンバとして、そのオブジェクトの下位のオブジェクトの図形がx座標上でどこまでを占めるかを示すための変数(“last/new_x_boundary”)を持たせる。例えば、トランスはその下につながる最も右のモータの右端のx座標をメンバの一つに持つ。当該x座標のメンバは、レイアウトで利用し、また、図面エディタでも利用する。

【0452】レイアウト部におけるレイアウト処理としての配置手順を説明する。

【0453】[配置手順]以下の説明においては、単線結線図の横方向をx軸方向、縦方向をy軸方向とし、図面に向かって右手方向にいくほど、x座標の値が大きくなり、上方向いくほど、y座標が大きいくとする。

【0454】SLDオブジェクトのメンバ関数である“layout”の実施により、最初に段の選択がなされる(図21のステップS71)。すなわち、最初の処理は、仮想画面上での図面描画領域の確保である。端結線図を描くのに十分な広さの領域を仮想画面上に確保する。そして、次にSLDオブジェクトにおけるメンバ関数“layout”に割り当てられたレイアウト各段毎の書き出し位置を始点、或いは描画点として、各母線、呼び合い番号“to”にメンバ関数“layout”を実行させる(図21のステップS72)。

【0455】始点、或いは描画点の初期値は、各段毎の書き出し位置であるが、それ以降は母線や呼び合い番号

“lo”のメンバ関数“layout”からの返り値に、x軸方向の一定間隔分を加えて、次の始点或いは、描画点とする(図21のステップS73、S74)。

【0456】これを最終段に対して配置が終了するまで繰り返す(図21のステップS74)。

【0457】SLDオブジェクトのメンバ関数“layout”の実行により、初期値が“0、0”であったときは、ユーザに所望の座標位置を指定させることができるようにするSLDオブジェクトのメンバ関数である“localLayout”を実施する。

【0458】この“LocalLayout”は、まずはじめにx、y座標が原点であるか否かを調べる(図22の(a))。そして、x、y座標がともに“0”のとき、レイアウトしたい段の任意の場所をポインティング・デバイスで選択するようにユーザに促し、ユーザが所望の位置をポインティング指示した場合は、当該ポインティング指示により選択した座標位置を改めて座標に用いるようにする(図22のステップS81、S82)。そして、次に段の選択に移る(図22のステップS83)。

【0459】また、ステップS81での判断の結果、x、y座標がともに“0”でないときも段の選択に移る(図22のステップS83)。ここでの処理は座標のy座標と各段の範囲から、段を特定する処理である。

【0460】ステップS83において、段が特定されたならば、この特定された段の書き出し位置を始点として、各母線あるいは呼び合い番号“to”にメンバ関数の“layout”を実行させる(図22のステップS84)。

【0461】そして、それを終えたならば返り値である右端の座標値を受け取り(図22のステップS85)、段の配置が終了したか否かをチェックして配置未終了ならばS84からの処理に戻り、再びS84以降を実行し、段の配置が終了したならばSLDのローカルレイアウトの処理を終了する(図22のステップS86)。

【0462】ここで、ステップS84における「母線あるいは呼び合い番号“to”にメンバ関数の“layout”を実行」とは、次の如きの処理である。はじめに「母線の“layout”(始点)」について図23を参照しながら説明する。

【0463】<母線の“layout”(始点)>母線のレイアウト、まず、始点調整を実施することから始める(図23のステップS91)。このときの始点の情報は、その母線の上に接続されたオブジェクトの“layout”から貰うが、呼び合い番号“to”がついている場合は、始点以上右側にあるページの左端書き出し位置を求め、その座標に呼び合い番号“to”を配置し、呼び合い番号“to”の接続点を始点とする。

【0464】そして、始点の情報を下位の設備機器の“layout”に渡して実行させる。その返り値から下位の機器の最も右のx座標を取得する。

【0465】こうして取得した座標を、次々に機器の

“layout”に渡してその機器を配置させる(図23のステップS92)。全設備機器Aのレイアウトを実行したならば、次に設備機器が遮断器であるか否かを調べる

(図23のステップS93)。つまり、下位機器が遮断器であるか否かを調べる。

【0466】その結果、下位の機器が遮断器の場合、下位の機器の最も右側のx座標を終点として、始点から終点まで母線の図形を引く(図23のステップS95)。そして、ステップS96の処理に移る。

【0467】一方、ステップS93において、下位機器が遮断器であるか否かを調べた結果、遮断器でなければ最後にレイアウトした設備機器の接続点を終点とする母線図形を描画する(図23のステップS94)。すなわち、下位の機器が遮断器以外の場合、下に接続される機器で最も右側の機器の母線との接続点を終点として、始点から終点まで母線の図形を引く。そして、ステップS96の処理に移る。

【0468】ステップS96では呼び合い番号“from”のレイアウトを実行する。つまり、ここでは呼び合い番号“from”が接続されている場合は、終点を呼び合い番号“from”の“layout”に渡して配置し、右端のx座標を得る。そして、終点を返す(図23のステップS97)。ただし、呼び合い番号“from”が接続されている場合は、呼び合い番号“to”の右端の座標を返す。そして、母線のレイアウトを終える。

【0469】以上で母線のレイアウトが行える。

【0470】<母線の直下にある機器Aの“layout”(描画点)>次に母線の直下にある機器Aのレイアウト“layout”について図24を参照して説明する。機器Aのオブジェクトのメンバ関数“layout”が実行されると、当該関数は、まずはじめに描画点設定を行う(図24のステップS101)。描画点設定にあたっての初期値は、母線から貰う。

【0471】次に、“x距離1”と“x距離2”、“x差分”を求める(図24のステップS102)。これは機器Aの上側接続点と図形の左端との距離(“x距離1”)と下側接続点と図形の左端との距離(“x距離2”)を求め、更に、“x距離1”と“x距離2”の差をとり、x差分とする(“x距離1” - “x距離2” → “x差分”)ことで求める。

【0472】次に、機器Aの下に接続される機器Bのオブジェクトにx差分を渡し、機器B以下の図形の左端と上側の接続点とのx座標距離の最大値を問い合わせる(“get_X_position”) (図24のステップS103)。ただし、この機器オブジェクトに呼び合い番号“from”が接続されている場合は、呼び合い番号“from”にのみ、問い合わせる。

【0473】次に、機器B以下のx座標距離の最大値と“x座標距離1”とを比較して大きい方を改めて“x座標距離1”とする(図24のステップS104)。そし

て、描画点のx座標にステップS104で求めた“x座標距離1”を加えた座標に機器B用の図形部品を配置する(図24のステップS105)。

【0474】下位の設備機器Bのオブジェクトのメンバ関数“layout”に、この機器の図形の下側の接続点の座標を描画点として渡して配置させる(図24のステップS106)。ただし、この機器オブジェクトに呼び合い番号“from”が接続されている場合は、呼び合い番号“from”のメンバ関数“layout”(描画点)に座標を渡して配置させる。

【0475】下位の機器のオブジェクトにおけるメンバ関数“layout”から下位の機器の最も右のx座標を受け取る(図24のステップS107)。呼び合い番号が接続されている場合は、呼び合い番号のメンバ関数“layout”から受け取る。

【0476】この機器の図形の右端の座標と比較して、より右側のx座標を母線に返す(図24のステップS108)。機器Aが遮断器以外の場合は母線との接続点も返す。これで母線直下にある機器のレイアウトが終了する。

【0477】次に、母線の直下でない機器Bのオブジェクトにおけるメンバ関数“layout”の作用について、図25を参照して説明する。

【0478】＜母線の直下でない機器Bの“layout”(描画点)＞この場合でのメンバ関数“layout”はレイアウト処理を、先ず描画点への機器Bの図形配置から始める(図25のステップS111)。これは与えられた描画点に機器B用の図形部品を配置する処理である。

【0479】次に機器Bの下に接続された機器あるいは母線のレイアウトを実施する(図25のステップS112)。これは、下位の設備機器のオブジェクトにおけるメンバ関数“layout”に、この機器図形の下側接続点の座標を渡して図形配置させる。

【0480】次に機器Bより下に接続された機器あるいは母線の最も右側の座標情報を受け取る(図25のステップS113)。すなわち、下位の機器のオブジェクトにおけるメンバ関数“layout”から最も右のx座標を取得する。

【0481】そして、次に機器Bの図形部品の右端のx座標、機器Bより下の機器の図形部品の最も右側のx座標の値を返し、処理を終了する(図25のステップS114)。すなわち、この機器の図形の右端と比較してより右側のx座標を返し、処理を終了する。以上のようにして、母線の直下でない機器Bのレイアウトを行う。

【0482】次に呼び合い番号“from”のメンバ関数“layout”によるレイアウトについて図26を参照して説明する。

【0483】＜呼び合い番号“from”の“layout”(描画点)＞この場合のレイアウト処理は、先ず呼び合い番号“from”の機器の図形部品を描画点に配置することか

ら始める(図26のステップS121)。

【0484】次に、呼び合い番号“from”の機器の図形部品右端のx座標を返し、処理を終了する(図26のステップS122)。

【0485】以上のようにして、呼び合い番号“from”の機器の図形のレイアウトを行う。

【0486】次に呼び合い番号“to”のメンバ関数“layout”によるレイアウトについて図27を参照して説明する。

【0487】＜呼び合い番号“to”の“layout”(描画点)＞この場合のレイアウト処理は、先ず呼び合い番号“to”の機器の図形部品を描画点を設定することから始める(図27のステップS131)。この描画点設定にあたり、必要とする初期値は、母線のレイアウト情報から貰う。

【0488】次に、呼び合い番号“to”の上側接続点と図形部品の左端との距離(“x距離7”)と下側接続点の左端との距離(“x距離8”)を求め、更に、“x距離7”と“x距離8”の差をとり、x差分“to”を求める(“x距離7”-“x距離8”→x差分“to”) (図27のステップ132)。

【0489】次に、呼び合い番号“to”の下に接続される機器或いは母線のオブジェクトのメンバ関数“get_x_position”にx差分“to”を渡し、呼び合い番号“to”より下での図形部品の左端と上側の接続点とのx座標距の最大値を問い合わせる(図27のステップS133)。

【0490】次に、呼び合い番号“to”より下のx座標距離の最大値と前記“x座標距離7”とを比較して大きい方を改めて“x座標距離7”とする(図27のステップS134)。

【0491】次に、この求めた“x座標距離7”分を、描画点のx座標に加えて得た座標に、機器図形部品を配置する(図27のステップS135)。

【0492】そして、下位の設備機器或いは母線に対し、呼び合い番号“to”の図形部品の下接続点を描画位置として渡してその設備機器或いは母線に対してのレイアウトを実施するメンバ関数“layout”を実行させる(図27のステップS136)。

【0493】次に下位の機器の最も右のx座標を取得する(図27のステップS137)。そして、呼び合い番号“to”の図形部品の右端と比較してより右側のx座標を返す(図27のステップS138)。

【0494】以上のようにして、呼び合い番号“to”の機器の図形部品のレイアウトを行う。

【0495】次に機器A及びBの距離を求めるメンバ関数“get_x_position”について図28を参照して説明する。

【0496】＜機器A及びBの“get_x_position”(x差分)＞この場合、先ず“機器B”の上側接続点と

図形部品の左端との距離(“x距離3”)と下側接続点と図形の左端との距離(“x距離4”)を求め、更に、“x距離3”と“x距離4”の差をとることで、“x差分B”を得る(“x距離3” - “x距離4” → “x差分B”) (図28のステップS141)。

【0497】次に、より下の機器へのx座標距離の最大値を問い合わせる(図28のステップS142)。つまり、“機器B”の下に接続される(“機器A、B”或いは母線の)オブジェクトに“x差分B”を渡し、そのオブジェクト以下での図形の左端と上側接続点とのx座標距離の最大値を問い合わせる(“get_x_PoSiTion”に再帰)。この機器オブジェクトに呼び合い番号“from”の図形が接続されている場合は、呼び合い番号“from”にのみ問い合わせる。

【0498】次に、“x距離3”と“x差分”との和をとり、改めて“x距離3”とする(“x距離3” + “x差分” → “x距離3”) (図28のステップS144)。

【0499】次に、返り値のx距離の最大値と“x距離3”とを比較し、大きい方を“x距離”の最大値として返す(図28のステップS145)。

【0500】以上が機器A及びBの距離を求めるメンバ関数“get_x_position”の処理である。

【0501】次にx差分を求めるメンバ関数である呼び合い番号“from”の“get_x_PoSiTion”について説明する。

【0502】＜呼び合い番号“from”の“get_x_PoSiTion”(x差分)＞ここでは先ず、呼び合い番号“from”の図形の上側(左側)接続点と図形の左端との距離(“x距離5”)を求める(図29のステップS151)。

【0503】次に、“x距離5”と“x差分”の和をとり、改めてこれを“x距離5”とする(“x距離5” + “x差分” → “x距離5”) (図29のステップS152)。

【0504】次に“x距離5”をx距離の最大値として返す(図29のステップS153)。

【0505】以上が、機器A及びBの距離を求めるメンバ関数“get_x_position”についての説明である。

【0506】次に、母線のx差分を求めるメンバ関数“get_x_position”について図30を参照して説明する。

【0507】＜母線の“get_x_position”(x差分)＞このメンバ関数は、先ず母線の下に接続される機器A、Bのオブジェクトに、x差分を渡し、そのオブジェクト以下での図形の左端と上側接続点とのx座標距離の最大値を問い合わせる(“get_x_PoSiTion”に再帰)(図30のステップS161)。

【0508】次に、返り値のx距離の最大値を返す(図30のステップS162)。以上が、母線のメンバ関数“get_x_position”についての説明である。

【0509】そして、上述したレイアウト処理が実施される結果、推論部1で求められた設計対象である電気システムの構成要素とその接続関係の情報を、推論部1のレイアウト部の処理機能によって、図面として具体化させることができるようになる。

【0510】但し、最初に図面化されたものは仮のものであり、最適化はされていない。従って、推論部1のレイアウト部は更に手を加えることによって最終的な目的の設計図面を得ることになる。すなわち、編集・校正作業である。このことについて、次に説明する。

【0511】図面レイアウト前での、仮に配置された状態の例を図19の如きの自動生成結果とし、また、編集・校正作業を経て最適化された後の図面レイアウトの状態の例を図20の如きとする。

【0512】最適化された図20の如き図面は自動編集・校正処理されることにより得られる。図19の状態からこのような図20の結果を得るに当たり、各オブジェクト間でのメンバ関数は、次のように呼び出される。なお、インデントが深い行のメンバ関数は、そのメンバ関数よりも上の行のより浅いインデントのメンバ関数から呼び出されることを意味している。

【0513】

自動編集・校正処理に伴うメンバ関数の呼び出し

```
SLD: "layout"
→ "SHV_BUS": "layout"
→ "動力遮断器": "layout"
→ "動力遮断器": "get_X_PoSiTion"
→ "動力トランス": "get_X_PoSiTion"
→ ConnectionMark_from: "get_X_PoSiTion"
→ "動力トランス": "layout"
→ "ConnectionMark-from": "layout"
→ "HV_BUS": "layout"
→ "遮断器" (項番"4101"): "layout"
```

→ “遮断器” (項番 “4101”) : “get_X_PoSiTion”
 → “ConnectionMark_from” : “get_X_PoSiTion”
 → “ConnectionMark_HH” : “layout”
 → “トランス” (項番 “4201”) : “get_X_PoSiTion”
 → “CPE” : “get_X_PoSiTion”
 → “トランス” (項番 “4201”) : “layout”
 → “CPE” : “layout”
 → “DC LV_BUS” : “layout”
 → “Inverter” (項番 “3232”) : “get_X_PoSiTion”
 → “Motor_N” (項番 “2232”) : “get_X_PoSiTion” (6台の
 モータグループ)
 → “Inverter” (項番 “3232”) : “layout”
 → “Motor_N” (項番 “2232”) : “layout” (6台のモータグル
 ープ)
 → “Inverter” (項番 “3232a”) : “layout”
 → “Motor_N” (項番 “2232”) : “layout” (8台のモータグル
 ープ)
 → “Inverter” (項番 “3232b”) : “layout”
 → “Motor_N” (項番 “2232”) : “layout” (11台のモータグル
 ープ)

以上のようにして仮の図面は最適化されて正式な図面に
 仕上げられる。

【0514】ところで、このようにして自動生成された
 図面は、ユーザにとって、必ずしも最良のものとは云え
 ない。目的により、設計に細かい変更を加えたり、各葉
 毎の図面のレイアウトを変更したり、構成機器の陣容を
 変更したりする要求が生じ、従って、それに応えること
 ができる機能が必要である。

【0515】そのための機能として、本支援装置には設
 計結果調整部20が備えてある。従って、次に、この設
 計結果調整部20について、その詳細を説明する。

【0516】〔設計結果調整部20〕図2の設計結果調
 整部20は、電気システム設計においてユーザが行う設
 計結果の調整作業を自動化する機能手段である。ここで
 は、設計結果調整部20の計算書作成部、余裕調整部、
 母線分割部、母線統合部、負荷移動部、ページ枠編集
 部、ページ分割部、設備機器リスト出力部について説明
 する。

【0517】ここで、電気システム設計の余裕とは、電
 気機器の仕様の定格とされる属性値と、プラント運転時
 の正味の値との比(正味の値/定格の値)である。余裕
 を表わすもの(余裕パラメータ)としては、例えば、
 「負荷率」及び「稼働率」がある。

【0518】余裕の取り方は、電気機器の用途、運転方
 法、コストなどにより妥当な値があり、一般に製作する
 対象システムにより異なる。電気システム設計におい
 て、設計者は、適切な余裕を(すなわち、適切な仕様
 を)様々な側面から検討する。余裕の設定を試行錯誤す
 るときの、余裕の変更に伴う影響範囲の判定や、電気機

器の仕様再計算等の作業に要するコストは、電気システ
 ムの規模が大きくなるのに伴い非常に大きくなる傾向に
 ある。

【0519】設計問題の解空間は非常に大きく、設計結
 果に影響を及ぼす要因も電氣的な特性以外にも多種多様
 である。こうした設計問題に対してすべての要因を網羅
 した設計を自動化するのは、知識獲得、知識ベース構
 築、推論手段の集積などに関わる困難な問題に直面す
 る。

【0520】このような観点から考えると、一つの実際
 的な業務支援の構成としては、次のような構成が有望で
 ある。

【0521】すなわち、知識ベース3には適用業務にお
 いて比較的標準的な知識を構築し、この構築された知識
 をもとに、比較的標準的な解を導き出す推論手段を用意
 し、ユーザが知り得た具体的な個々の業務特有の要因が
 あるとき、それに基づいて標準的な解をユーザが調整す
 る作業を、自動化する手段を用意する。

【0522】設計結果調整部20を用いた電気システム
 設計作業は、次のように行うのも良い。すなわち、電気
 システムの設計結果から、計算書を作成し、電気システ
 ムの用途と仕様のバランスをチェックする。続いて必要
 に応じて用途や仕様を調整する。もし、調整だけにとど
 まらず、電気システムの構成を変更する必要があるれば、
 母線分割、母線統合、負荷移動等を行う。電気機器の仕
 様のバランスが取れたところで、ページ枠編集、ページ
 分割等を行い、図面の体裁を整える。電気システム設計
 の途中或いは最後に、必要に応じて、電気設備に用いた
 電気機器の仕様を列挙したリストを作成する。

【0523】このような処理要求に応えることができるようにする場合での具体例を説明する。先ず、計算書作成部を次のように構成する。

【0524】〔計算書作成部〕設計結果調整部20における計算書作成部は、得られた設計結果から設計過程あるいは電気機器の仕様バランスを解説する計算書9Aの作成を、自動化する機能を持つものである。この機能はSLDオブジェクトに持たせた計算書作成手順を用いて実現する。

【0525】いま、得られた設計結果が図20の如きであったとする。この図20の如き設計例から、計算書作成部20は設計過程あるいは電気機器の仕様バランスを解説する例えば、図31に示す如きの計算書9Aを作成する。この場合、図20の如き設計例から、まず、図6に示す如きの計算書フォーマットで計算書作成処理を行う。計算書は汎用の表計算ソフトウェアにおけるスプレッドシートをレイアウトしたものであり、スプレッドシートに設定した表中の特定セルには他の特定セルに書き込まれた数値を用いて所定の計算式による計算を行い、結果を埋め込むと云った表計算ソフトの本来備えている自動計算処理機能を駆使して、表中の項目内容の変更が、関連ある他のセルに直ちに反映されるようにしても良いし、図2の推論部1の仕様再計算部などを起動して計算した値を関連ある他のセルに直ちに反映させるようにしても良い。

【0526】従って、スプレッドシート上に設定した図6の如きのフォーマットの計算書を用いて処理すると、表計算ソフトウェア自身の機能により図31に示す如き内容の計算書9Aが自動的に得られることになる。

【0527】ここでは、これらの例を用いて設計結果調整部20における設計書作成部での計算書作成手順（図32、図33）を説明する。なお、計算書の出力範囲は、必ずしも設計された電気システム全体である必要はなく、必要に応じて限定するようにしても良い。図31では、図20の設計例のうち、主に項番“4101”の遮断器以下の電気機器の「仕様」及び「余裕パラメータ」を記載した例を示している。

【0528】＜SLDオブジェクトの計算書作成手順＞ SLDオブジェクトは、設計手順の根拠とも云える基本部分であり、マネージャとして機能するものであって、計算書作成にも重要な役割を果たしている。計算書作成のモードにおいて、ここでの処理は、特別高圧母線以下の機器の計算書作成手順の呼び出し、高圧母線以下の機器の計算書作成手順の呼び出し、電気機器の計算書作成手順の実施であり、実施順はこの順番である。

【0529】計算書作成にあたって、SLDオブジェクトにおけるメンバ関数の一つである特別高圧母線以下の機器の計算書作成手順を呼び出し、実行することにより先ず特別高圧母線の有無の判定を行う（図32のステップS171）。これは、特別高圧母線以下の機器の計算

書作成手順の呼び出しのためである。

【0530】SLDオブジェクトに特別高圧母線オブジェクト（“SHV_BUS”オブジェクト）が登録されていない場合、ステップS174に移るが、特別高圧母線オブジェクト（“SHV_BUS”オブジェクト）が登録されている場合は、特別高圧母線以下の機器の計算書作成手順を呼び出す（図32のステップS172）。

【0531】図20の例では、特別高圧母線オブジェクトが、少なくとも1つ登録されているので、まずは、特別高圧母線オブジェクトの計算書作成手順が呼び出される。

【0532】特別高圧母線オブジェクトの計算書作成手順からは、更に、その下位に接続されている機器についての計算書作成手順が呼び出される。

【0533】図20の例の様に、特別高圧母線と高圧母線の間に母線間接続がある、つまり、動力遮断器及び動力トランスがある場合は、母線間接続を辿って高圧母線以下の機器の計算書作成手順も呼び出される。

【0534】次に、母線間接続の有無がチェックされる（図32のステップS173）。

【0535】そして、特別高圧母線と高圧母線の間の母線間接続が無く、かつ、特別高圧母線オブジェクトがSLDオブジェクトに登録されておらず、かつ、高圧母線オブジェクトがSLDオブジェクトに登録されている場合、メンバ関数の一つである高圧母線以下の機器の計算書作成手順を呼び出す（図32のステップS174、S175）。

【0536】図20の例では、特別高圧母線と高圧母線との間の母線間接続があるため、特別高圧母線オブジェクトからの計算書作成手順呼び出しの中で、動力遮断器及び動力トランスを経由して、高圧母線以下の計算書作成手順も呼び出される。

【0537】＜電気機器の計算書作成手順＞電気機器の計算書作成は、余裕パラメータの及び属性値の選択、余裕パラメータ・属性値の出力、下位に接続された電気機器の計算書作成手順の呼び出しと云った処理を経ることにより行われる。

【0538】まずはじめに、計算書に出力する余裕パラメータ及び仕様を表わす属性値を選択する（図33のステップS181）。本実施例では、各電気機器について次のような属性値を選択する。

【0539】『母線』：「合計正味連続電流」、「合計正味ピーク電流」、「平均稼働率」、「平均ピーク稼働率」

『遮断器』：「項番」、「名称」、「台数」、「稼働率」、「定格連続電流」、「連続負荷率」、「正味連続電流」

『トランス』：「項番」、「名称」、「台数」、「定格容量」、「定格連続一次電流」、「定格連続二次電流」、「連続負荷率」、「正味連続二次電流」

『CPE（整流器）』：「項番」、「名称」、「台数」、「定格容量」、「定格連続電流」、「定格ピーク電流」、「連続負荷率」、「ピーク負荷率」

『ドライブ装置』：「項番」、「名称」、「台数」、「連続稼働率」、「ピーク稼働率」、「容量」、「定格連続電流」、「定格ピーク電流」、「連続負荷率」、「ピーク負荷率」

『負荷（モータ）』：「項番」、「モータグループ正味連続電流」、「モータグループ正味ピーク電流」、「台数」、「連続負荷率」、「ピーク負荷率」、「定格電流」、「定格容量」

属性値選択が終わったならば、次に余裕パラメータ・属性値を出力する（図33のステップS182）。ここでは、選択された余裕パラメータ及び仕様を表わす属性値を、予め設定した図6の如きの計算書フォーマットに則り、出力する。本実施例では、各電気機器に関する値を次のように出力する。

【0540】『遮断器』：

「項番」→ 項番欄（図6の6a）、

「名称」→ 遮断器／トランス／CPE 分電盤名称欄（図6の6b）、

「台数」→ 台数欄（図6の6c）、

「連続稼働率」→ 連続稼働率欄（図6の6d）、

「定格連続電流」→ 定格連続電流欄（図6の6e）、

「連続負荷率」→ 連続負荷率欄（図6の6f）、

「正味連続電流」→ 合計正味連続電流欄（図6の6g）

『トランス』：

「項番」→ 項番欄（図6の6a）、

「名称」→ 遮断器／トランス／CPE／分電盤名称欄（図6の6b）、

「台数」→ 台数欄（図6の6c）、

定格容量→ 定格容量欄（図6の6e）、

「定格連続一次電流」→ 定格連続一次電流欄（図6の6f）、

「定格連続二次電流」→ 定格連続電流欄（図6の6g）、

「連続負荷率」→ 連続負荷率欄（図6の6i）、

「正味連続二次電流」→ 合計正味連続電流欄（図6の6k）

『CPE（整流器）』：

「項番」→ 項番欄（図6の6a）、

「名称」→ 遮断器／トランス／CPE／分電盤名称欄（図6の6b）、

「台数」→ 台数欄（図6の6c）、

「定格容量」→ 定格容量欄（図6の6e）、

「定格連続電流」→ 定格連続電流欄（図6の6g）、

「定格ピーク電流」→ 定格ピーク電流欄（図6の6h）、

「連続負荷率」→ 連続負荷率欄（図6の6i）、

「ピーク負荷率」→ ピーク負荷率欄（図6の6j）、

『母線』：

「合計正味連続電流」→ 合計正味連続電流欄（図6の6k）、

「合計正味ピーク電流」→ 合計正味ピーク電流欄（図6の6l）

「平均連続稼働率」→ 平均連続稼働率欄（図6の6m）、

「平均ピーク稼働率」→ 平均ピーク稼働率欄（図6の6n）、

『ドライブ装置』：

「項番」→ 項番欄（図6の6o）、

「名称」→ 負荷名称欄（図6の6p）、

「台数」→ 台数欄（図6の6q）、

「連続稼働率」→ 連続稼働率欄（図6の6r）、

「ピーク稼働率」→ ピーク稼働率欄（図6の6s）、

「容量」→ ドライブ容量欄（図6の6t）、

「定格連続電流」→ ドライブ定格連続電流欄、

「定格ピーク電流」→ ドライブ定格ピーク電流欄、

「連続負荷率」→ ドライブ連続負荷率欄、

「ピーク負荷率」→ ドライブピーク負荷率欄、

『負荷（モータ）』：

「項番」→ 項番欄、

「モータグループ正味連続電流」→ モータG正味連続電流欄、

「モータグループ正味ピーク電流」→ モータG正味ピーク電流欄、

「台数」→ 台数欄、

「連続負荷率」→ 連続負荷率欄、

「ピーク負荷率」→ ピーク負荷率欄、

「定格電流」→ モータ定格電流欄、

「定格容量」→ モータ定格容量欄、

選択された余裕パラメータ及び仕様を表わす属性値を、このような図6の如きの計算書フォーマットに則り、出力し終わったならば、設計結果調整部20の計算書作成部は、次に下位に接続された電気機器の計算書作成手順の呼び出しを行い、計算書作成処理を実施する。

【0541】計算書作成のモードにおいて図20の例では、各オブジェクト間でのメンバ関数は次のように呼び出される。なお、インデントが深い行のメンバ関数は、そのメンバ関数よりも上の行のより浅いインデントのメンバ関数から呼び出されることを意味している。

【0542】すなわち、初めにSLDオブジェクトの計算書作成手順に関するメンバ関数が呼び出されて実行され、次に“SHV_BUS”オブジェクトの計算書作成手順に関するメンバ関数が呼び出されて実行され、このメンバ関数の中から“SHV_BUS”オブジェクトの計算書作成手順に関するメンバ関数が呼び出されて実行され、さらにこのメンバ関数の中から動力遮断器オブジェクトの計算書作成手順に関するメンバ関数が呼び出されて実行さ

れ、さらにこのメンバ関数の中から動力トランスオブジェクトの計算書作成手順に関するメンバ関数が呼び出さ

れて実行され、と云った具合で詳細は次の如きである。
【0543】

S L D : 計算書作成手順

→ “SHV_BUS” : 計算書作成手順

→ “SHV_BUS” : 計算書作成手順

→ 動力遮断器 : 計算書作成手順

→ 動力トランス : 計算書作成手順

→ “HV_BUS” : 計算書作成手順

→ 遮断器 (“4101”) : 計算書作成手順

→ トランス (“4201”) : 計算書作成手順

→ C P E : 計算書作成手順

→ “DC_LV_BUS” : 計算書作成手順

→ “Inverter” (“3232”) : 計算書作成手順

→ “Motor_N” (“2232”) : 計算書作成手順 (6台のモ

ータグループ)

→ “Inverter” (“3232a”) : 計算書作成手順

→ “Motor_N” (“2232”) : 計算書作成手順 (8台のモ

ータグループ)

→ “Inverter” (“3232b”) : 計算書作成手順

→ “Motor_N” (“2232”) : 計算書作成手順 (11台のモ

ータグループ)

→ “HV_BUS” : 計算書作成手順

→

このような順に、それぞれのメンバ関数が呼び出されて実行されることで、図6の如きフォーマットの計算書が図31の如く、作成されることになる。

【0544】作成された計算書は計算書ファイル9Aとして外部記憶装置104に保存され、また、必要に応じてプリンタ103に出力されてプリントされる。

【0545】＜余裕調整部＞次に、電気システム設計の余裕調整に関わる作業を、自動化する手段について説明する。設計に当たっては、対象の電気システムの構成要素となる機器類を、経済性を中心に、運用状況、稼働状況などを含めて、想定している状況における適正な仕様とする必要がある。そのため、これに関わる要素として「負荷率」と「稼働率」のように、電気システムの余裕に関するパラメータ(余裕パラメータ)を設計者が種々変更してみると云ったことが多々ある。

【0546】図34は、この「負荷率」と「稼働率」と云ったような、余裕パラメータを変更することに伴い、電気機器の属性値を変更すると共に、他の機器への影響を自動的に再計算する手段と、機器の仕様を表わす属性値を直接変更することに伴い、余裕パラメータの算出と他の機器への影響を自動的に再計算する手順とを表わしている。

【0547】本実施例では、余裕調整の例として、余裕パラメータの編集に伴う調整の場合は図35と図36を用い、また、機器の仕様の編集に伴う調整の場合は図37を用いるようにする。

【0548】図35はドライブ装置の稼働率を編集する例、図36は低圧直流母線の平均稼働率を編集する例、図37はトランスの定格容量を編集する例を表わしている。また、図35及び図36の編集例では、図31の結果を基に共に図38の結果を得、また、図37の編集では、図38の結果を基に図39の結果を得る。

【0549】以下ではまず、図34を説明し、続いて図35、図36、図37の場合の調整例を示す。

【0550】まず、初めに図34に示す余裕調整手順の説明をする。

【0551】余裕調整は、先ず調整対象機器の選択から行う(図34のステップS201)。設計された単線結線図は画像としてディスプレイ102上に表示されており、調整対象機器は、ポインティング・デバイス等のユーザインタフェースを用いたユーザの操作により、単線結線図上のシンボルをマウスカーソル指示した上でダブルクリック操作するなどして、例えば、画面上で行い、調整対象の機器を特定する。

【0552】調整対象機器が指定されると、次に余裕パラメータ・属性表示を行う(図34のステップS202)。これは選択された機器に関わる余裕パラメータ及び仕様を表わす属性値を電気機器を表わすオブジェクトから読み出して表形式で表示する。

【0553】次に、この表中にて余裕パラメータ・属性編集を可能にする編集モードにする(図34のステップS203)。必要があるならば、この状態で、ユーザが

ポインティング・デバイスやキーボードなどを操作し、余裕パラメータあるいは仕様を表わす属性値を編集することができる。

【0554】編集された値が余裕パラメータの場合、余裕パラメータに関わる属性値を算出する（図34のステップS204、S206）。この時、電気システム自動設計手段の仕様計算方法中で度々行うように、定格値は切りの良い値になるように比較的大きな桁で丸めるようにしたり、既製の製品ラインアップの定格値から、計算値に近い値を選択するなどの処理が良く行われている。

【0555】このため、定格値を表わす属性値の算出においても、必要に応じて丸めや既製の値の選択を行っても良く、この場合、表中の余裕パラメータに修正後の値をフィードバックして自動修正しておくようにする（図34のステップS207、S208）。ただし、余裕パラメータを重視する場合や、ユーザが入力した余裕パラメータを変更したくない場合などは、定格値であっても必ずしも、丸める必要はない。その後、ステップS209の処理に移る。

【0556】また、ステップS203での編集の結果、属性値が編集されたとする（図34のステップS204）。この場合、余裕パラメータの算出を行い、その後、ステップS209の処理に移る。

【0557】ステップS205における余裕パラメータの算出は次のような場合に行う。すなわち、編集された属性値が余裕パラメータと関わる値の場合であり、このようなときには余裕パラメータを算出する。例えば、定格値を表わす属性値を編集した場合は、定格値と正味の値から負荷率を計算する。

【0558】ステップS209では、余裕パラメータの平均に変更があったか否かを調べる。その結果、変化がなければステップS211の処理に移り、変化があった場合にはステップS210の処理に移る。

【0559】ステップS210においては、下位の機種種の余裕パラメータの再計算を行う。すなわち、定格値を示す属性値等の算出で値を丸めた場合、余裕パラメータとの矛盾が生じる。このため、定格値と正味の値とで再び余裕パラメータを計算（逆算）する。

【0560】すなわち、下位の機器の余裕パラメータ再計算が必要な理由は、下位に接続される機器の余裕パラメータの平均値をある機器の余裕パラメータとしている場合、その余裕パラメータを編集した場合は、編集された機器の下位に接続された機器の余裕パラメータとの矛盾が生じることによる。このため、編集された機器の下位に接続されたすべての機器の余裕パラメータを再計算する。一つの最も簡単な方法としては、ユーザが編集した平均値を、そのまま個々の余裕パラメータとして代入する方法がある。

【0561】下位の機種種の余裕パラメータの再計算を終えたならば、次に上位の機器の仕様の再計算の有無を調

べる（図34のステップS211）。そして、その結果、再計算が不要であれば処理を終了し、再計算が必要であれば上位の電気機器の仕様再計算処理に移る（図34のステップS212）。

【0562】ここでは、余裕パラメータ及び定格値を表わす属性を編集した機器の上位に接続された機器の仕様を再計算するが、この再計算が済んだ後は、電気システム自動設計手順の中から、編集した機器の上位の機器を導出する部分以降を用いて、編集前に選択されていた機器と再計算により選択された機器の比較と、編集前に算出された属性値と編集後に再計算した値との比較とを行い、必要に応じて、機器の入れ替え及び属性値の入れ替えなどの調整を行う。

【0563】次に、図34に示す手順に基づいて、図35、図36、図37の各ケースについての余裕度調整例を示しておく。

【0564】余裕度パラメータの調整について説明すると、まずはじめに、調整対象機器を選択する。図35に示す例は、ドライブ装置の「稼働率」を調整する場合を示しており、図35（b）において項番“3232”、“3232a”、“3232b”のドライブ装置を選択した場合を例示している。この例では、ディスプレイ画面上には、設計された単線結線図の所望の一部領域が表示されており、このうちの、項番“3232”、“3232a”、“3232b”のドライブ装置表示領域をマウスカースルで囲んで機器選択しており（図35（b））、また、この機器選択した対象の機器とその情報が余裕調整のための対象の表中に表示されている（図35の（a））。

【0565】すなわち、ここでは、ディスプレイ画面上に表示された単線結線図の一部、つまり、ドライブ装置としてのインバータ（項番“3232”、“3232a”、“3232b”）の付された図形シンボルが表示された領域を、マウスカースル等でポインティングし、ドラッグして指定すると、この指定した領域を囲んで矩形の点線枠が画面に描かれる。これは、パソコン技術に多用されている一般的なGUI機能を応用することで容易に実現可能である。

【0566】ポインティング・デバイス等を用いてユーザが破線の矩形を示したことから、調整対象機器は項番“3232”と“3232a”と“3232b”のドライブ装置に特定されることになる。そして、ドライブ装置が特定されたことにより、対応のドライブ装置の余裕パラメータと属性が図35（a）に示される如く、表形式で表示される。

【0567】これら余裕パラメータ・属性についての表形式での表示は、前記特定された各ドライブ装置オブジェクトから、ドライブ装置の「項番」、「用途」、…、「連続稼働率」、「ピーク稼働率」、…等の余裕パラメータ及び属性値を読み出し、表中の該当項目位置に埋め込むことで行う。

【0568】このようにして対象機器を選択し、その情報が表形式で表示されたならば、設計者（ユーザ）は目的対応に余裕パラメータや属性を所望のように編集することになる。

【0569】余裕パラメータ・属性のうち、余裕度パラメータの編集は次のようにして行われる。図35(a)の表に対してマウスカーソル等による編集対象の項目をユーザが選択し、また、キーボードやマウス等の操作によるユーザの入力に基づき、各ドライブ装置の連続稼働率及びピーク稼働率を“1.0”から“0.7”にそれぞれ変更する編集手続をしたとする。具体的には、例えば、図35(a)の余裕調整の表中における該当項目位置にマウスカーソルを置いてクリックし、カーソルがその位置に確定したならばキーボード操作などにより変更する数値を入力すると云った操作を行うことで実現できる。これにより、表中には各ドライブ装置の連続稼働率及びピーク稼働率が“1.0”から“0.7”にそれぞれ変更されて表示される。

【0570】各ドライブ装置の連続稼働率及びピーク稼働率を“1.0”から“0.7”にそれぞれ変更されたことにより、数値が変更となる項目が生じるので、次にそのような項目に対する数値の変更を行う。これは次のようにして行う。

【0571】先ず、属性値の算出を行う。編集により変更のあったのは「稼働率」であり、当該「稼働率」は余裕パラメータであるものの、「稼働率」と言うは上位の機器の仕様に関与するものである。そのため、ドライブ装置の属性値は、この場合、変化が無い。

【0572】属性値の計算が終わるとその計算結果は余裕パラメータにフィードバックして反映させる。すなわち、編集により算出された属性値に丸め処理が絡んだとすると、その丸め処理後の値のフィードバックが必要である。そのため、丸め処理があったときは、フィードバックが行われる。但し、この例では上述のようにドライブ装置の仕様に変化が無いので、このような場合には、フィードバックは無い。

【0573】次に、下位の機器の余裕パラメータの再計算を行う。編集により余裕パラメータの平均値に変更があったときは下位の機器の余裕パラメータの再計算が必要となる。但し、上述の例では変更したのはドライブ装置の「稼働率」である。そして、ドライブ装置の稼働率は、ドライブ装置の下位に接続された機器の余裕パラメータの平均値ではないので、このような場合には特に再計算を行わない。

【0574】次に上位の電気機器の仕様再計算を行う。これは編集により、上位の機器の仕様に変化のあった場合であり、このような場合には、再計算の必要性が生じる。

【0575】この場合での再計算は、稼働率を編集したドライブ装置グループに対して、電気システム自動設計

手順の「ドライブ装置グループの連続電流及びピーク電流の算出」から同手順を起動することで行う。

【0576】そして、当該手順の実行により、ドライブ装置グループ以上の階層に接続されている母線、CPE、トランス、遮断器等の仕様が再計算される。そして、再計算結果を計算書のフォーマットにおける該当位置に出力することにより、図38の如きになり、稼働率調整後の計算書が得られる。

【0577】以上は、ドライブ装置の余裕度調整における余裕度パラメータ調整例であった。次に、図36に示す如きの直流低圧母線の「平均稼働率」の余裕度調整例について、説明する。

【0578】この例では、ディスプレイ画面上には、設計された単線結線図における直流低圧母線とその下位階層の所望の一部領域が表示されており（図36

(b)）、また、余裕調整のための対象の表が表示されている（図36の(a)）。

【0579】ここでは、ディスプレイ画面上に表示された単線結線図の一部、つまり、直流低圧母線とその下位階層のドライブ装置としてのインバータ（項番“3232”、“3232a”、“3232b”）の付された図形シンボルが表示された領域およびその下位階層が表示されており、図36に黒矢印で示すように、このうちのインバータ（項番“3232b”）の下位層であるローラテーブル設備の第1領域（Roler Tablein aria1）におけるモータ11台構成のグループ（項番“2232”）を束ねている直流低圧母線を示す直線部分（図36参照）をユーザがマウスカーソル等でポインティングして指定したことで、直流低圧母線を特定したことを示している。

【0580】そして、直流低圧母線が特定されたことで、対応の直流低圧母線の余裕パラメータと属性が図36(a)に示される如き表形式の余裕調整パネルとしてディスプレイで表示される。

【0581】ここでは、低圧直流母線オブジェクトから、合計連続電流、合計ピーク電流、平均連続稼働率、平均ピーク稼働率、…等の余裕パラメータ及び属性値が読み出されて表示されている様子が示されている。

【0582】このようにして余裕度調整の対象として低圧直流母線を選択し、その情報が表形式で表示されたならば、設計者（ユーザ）は目的対応に余裕パラメータや属性を編集することになる。

【0583】例えば、図36(a)の余裕調整パネルの平均連続稼働率及び平均ピーク稼働率の欄に示すように、ユーザの入力に基づき、平均連続稼働率及び平均ピーク稼働率を、“1.0”から“0.7”にそれぞれ編集したとする。

【0584】この連続稼働率及びピーク稼働率を“1.0”から“0.7”にそれぞれ変更されたことにより、数値が変更となる項目が生じるので、次にそのような項目に対する数値の変更を行う。これは次のようにして行

う。

【0585】先ず、属性値の算出を行う。平均連続稼働率及び平均ピーク稼働率に関わる属性値は、合計連続電流及び合計ピーク電流である。これらの属性値を計算する場合、幾つかの方法があるが、簡易的な方法としては次のように計算するのも良い。すなわち、

$$\begin{aligned} & (\text{編集後の合計連続電流}) - (\text{編集前の合計連続電流}) \\ & \div (\text{新平均連続稼働率}) - (\text{旧平均連続稼働率}) = 19 \\ & 1.50 \div 0.7 - 1.0 = 134.05 \text{ [A]} \end{aligned}$$

となり、また、同様に計算すると編集後の合計ピーク電流は、“201.07 [A]”となる。別の方法としては、母線の下位に接続されたドライブ装置の正味連続ピーク電流の合計を算出して、その値と平均連続／ピーク稼働率の積をとるのも良い。

【0586】属性値の計算が終わるとその計算結果は余裕パラメータにフィードバックして反映させる。すなわち、編集により算出された属性値に丸め処理が絡んだとすると、その丸め処理後の値のフィードバックが必要である。そのため、丸め処理があったときは、フィードバックが行われる。但し、この例では合計連続／ピーク電流の値に対して、丸め分の値が無視できる程度に小さいことから、このような場合には余裕パラメータにフィードバックしなくても良い。

【0587】次に、下位の機器の余裕パラメータの再計算を行う。編集により余裕パラメータの平均値に変更があったときは下位の機器の余裕パラメータの再計算が必要となる。そのため、下位の機器の余裕パラメータ再計算を実施する。

【0588】なお、上述の低圧直流母線母線での平均連続稼働率及び平均ピーク稼働率は、当該母線の下位に接続されたドライブ装置の連続／ピーク稼働率の平均を表わしているので、平均稼働率を変更した場合は、このドライブ装置の稼働率も変更して一貫性を保つのも良い。下位の機器の稼働率を再計算する方法はいくつかある。一つの簡易的な方法は、既に様々な稼働率が設定されていたとしても、一律の稼働率が設定されていても、連続稼働率＝平均連続稼働率＝0.7とする方法である。

【0589】下位の機器の余裕パラメータ再計算が終わったならば、次に、上位の電気機器の仕様再計算を行う。これは、平均稼働率を編集した母線に対して、電気システム自動設計手順の「ドライブ装置：インバータ」の条件分岐の前後から同手順を起動することにより行い、これにより、当該低圧直流母線以上の上位層に接続されているCPE、トランス、遮断器等の仕様を再計算する。再計算結果を計算書に出力すれば、図38の如きとなる。

【0590】以上は、余裕度調整における余裕パラメータの変更例であった。次に、余裕度調整における属性値変更例を、トランスでの属性値の調整を例に、説明する。

【0591】先ず初めに、ユーザは属性値調整の対象となる機器を選択する。今、例えば、項番“4201”のトランスを選択したとする。これは、図37(a)において、矢印で示すように、ポインティング・デバイス等を用いてユーザが項番“4201”のトランスを選択することにより行う。当該項番“4201”のトランスを選択したことから、調整対象機器は項番“4201”のトランスに特定される。

【0592】機器が特定されると、ディスプレイ上には余裕パラメータ・属性が表形式の余裕調整パネルとしてディスプレイに表示される。すなわち、図37(a)の如きであり、この余裕調整パネルに示すように、トランス・オブジェクトから、項番、用途、…、定格容量、…、定格連続電流、…、連続負荷率、…等の余裕パラメータ及び属性値が読み出されて表示される。

【0593】このようにして余裕度調整の対象としてトランスを選択し、その情報が表形式で表示されたならば、設計者（ユーザ）は目的対応に属性を編集することになる。

【0594】例えば、図37(a)の余裕調整パネルの定格容量の欄に示すように、ユーザの入力に基づき、定格容量を“120 [kVA]”から“150 [kVA]”にそれぞれ編集したとする。

【0595】この定格容量を変更されたことにより、数値が変更となる項目が生じるので、次にそのような項目に対する数値の変更を行う。これは次のようにして行う。

【0596】まず、余裕パラメータの算出である。属性値の定格容量が変わったことにより、トランスの定格二次連続電流が変わるので、これを算出し、続いてトランスの連続負荷率を算出する。すなわち、
定格二次連続電流＝定格容量／（ $\sqrt{3}$ ×二次電圧）＝144 [A]

となり、
連続負荷率＝正味二次連続電流／定格二次連続電流＝0.76

となる。

【0597】なお、必要に応じて関連するトランス属性の値を更新するのもよい。例えば、トランスの定格一次連続電流は、

$$\text{定格一次連続電流} = \text{定格容量} / (\sqrt{3} \times \text{一次電圧}) = 26 \text{ [A]}$$

と求めるのも良いし、仕様再計算の段階で算出するのも良い。

【0598】次に、下位の機器の余裕パラメータを再計算する。但し、この例では、余裕パラメータの平均となっているトランスの余裕パラメータはないので、このような場合には再計算は行わない。

【0599】次に、上位の電気機器の仕様の再計算をする。当該再計算は、属性値を編集したトランス“4201”

に対して、電気システム自動設計手順の「遮断機を選定」前後から同手順を起動することにより実施し、トランス以上の階層に接続されている遮断機等の仕様を再計算する。再計算結果を計算書に出力すれば、図39の様になる。

【0600】このようにして余裕度調整における属性値変更が行えることになる。

【0601】以上の実施形態は、設計しようとする対象システムの条件を含む必要な情報を与えることで、この情報から設計対象システムの構成に必要な要素を自動的に選定し、また、設計図を生成すると共に、設計対象システムの仕様などの情報を含む計算書を作成することができるようにしたものである。

【0602】電気設備における設計業務には、ユーザの要求により、あるいは、設備配置の制約などにより、母線を電氣的に分割して、分割された各々の母線以下に接続される電気機器に十分な電力を供給する電気設備、或いは、電気機器の制御に妥当な電気設備を設計しなければならないと云ったケースがある。このような業務に対応できるようにしたシステムについて、次に実施形態2として説明する。

【0603】(実施形態2) この実施形態のシステムを実現するには、設計結果調整部20に、「母線分割」、「分割点を示す電気機器の選択」、「電気機器グループの抽出」、「上位電気設備の再設計」、「自動配置」と云った機能が必要である。

【0604】まず、初めに母線分割を説明する。

【0605】＜母線分割＞母線を電氣的に分割して、分割された各々の母線以下に接続される電気機器に十分な電力を供給する電気設備、或いは、電気機器の制御に妥当な電気設備を設計する業務を自動化するための機能手段を説明する。

【0606】母線を分割する作業には、母線に接続される電気機器のグループ分けから始まり、各電気機器グループに電源を供給する上位電気設備の再設計等の様々な作業を伴う。本発明は、こうした作業を自動化するもので、これにより、電気システムの妥当性を保持しながら様々な設計案を試すことが出来る。

【0607】なお、母線分割手段は、母線に限らず、例えば、ケーブルで並列に接続された電気機器グループ等のように、電気機器を並列に接続した部分の分割一般に適用可能である。

【0608】分割された各電気機器グループについては、必要に応じて妥当な電気機器オブジェクトを作成して上位の電気設備の設計を行う。この時、分割前から既存の母線以上の電気機器オブジェクトを仕様修正して再利用するのも良い。

【0609】図40は、単線結線図を抽象化した図を用いて、母線を2つに分割した例の前後の様子を表しており、ディスプレイに画像として表示して、GUIを駆使

した編集機能により、マウスカーソルなどによる位置や領域指定した部分での分割や接続、削除、追加と云った機能を利用できるようにしてある。

【0610】また、図41は、図40での画像分割例実施に伴う母線オブジェクトの変化を表しており、また、図42はこの例を用いた母線分割手順を示している。以下、この例を説明する。

【0611】母線を分割するには、まず、分割点を示す電気機器を選択ことから始める。

【0612】すなわち、まずはじめに、分割したい母線の分割位置、あるいは、分割したい母線の下に繋がる電気機器グループの先頭に位置する電気機器を選択する(図42のステップS231)。先頭とは、例えば、幾つかのグループに分割するとき、2つ目以降のグループにおいて、単線結線図上で各機器グループの最も左寄りに配置されている電気機器を指す。ドライブを束ねる母線であれば、その下に接続されたドライブ装置、モータ等が先頭の候補となる。また、高圧母線を分割する場合は、高圧母線よりも下位に接続されている、遮断器、トランス、CPE、低圧母線、ドライブ装置、モータ等が先頭の候補となる。

【0613】図40の例では、2つ目のグループの先頭機器として、ドライブ装置Dを選択している。ドライブ装置Dを選択することは、母線α上でドライブ装置Cとドライブ装置Dを選択したのと等価であり、ドライブ装置Dの下に接続されたモータを選択することとも等価である。

【0614】機器が選択されたならば、次に電気機器グループの抽出を行う(図42のステップS232)。ここでの処理は、ユーザの指定した機器、或いは母線上の位置から、母線の下に接続される機器の集合を分割すると云うことを行う。図40の例では、ドライブ装置A～Cのグループとドライブ装置D～Fのグループに分割される。

【0615】次に、上位電気設備の再設計処理が行われる(図42のステップS233)。これは、分割された各々の機器グループに応じて、電気システム自動設計手順を途中から起動し、機器グループの上位に接続される電気設備の再設計を行うと云った処理である。

【0616】図40の例では、図17の自動生成手順の「ドライブ装置グループの連続及びピーク電流の算出」以降が適用される。ドライブ装置A～Cのドライブ装置グループに対して、母線αオブジェクトとトランスiオブジェクトとトランスiに接続された遮断器オブジェクトとを再利用する場合、母線αに接続されているドライブ装置A～Cの仕様等から、再計算を伝播させて各々の電気機器の仕様を再計算して代入する。

【0617】この時、再利用しようとした電気機器が、機器選択知識により導かれる電気機器と異なる場合は、機器選択知識により導かれる電気機器を新たに作成して、

元の電気機器オブジェクトと入れ替える。ドライブ装置D、E、Fのグループについては、自動生成手順の適用により、母線βとトランスJとトランスJに接続される遮断器等のオブジェクトを作成する。この母線分割による母線オブジェクトの変化は図41の如きとなる。

【0618】これが終わると、自動配置手段が起動されて図面の自動作成が開始される(図42のステップS234)。すなわち、SLDオブジェクトは、自己の持つレイアウト処理用のメンバ関数である“layout”或いは“locallayout”を呼び出し、単線結線図上の機器図形を自動配置する。

【0619】以上で、母線を電氣的に分割して、分割された各々の母線以下に接続される電気機器に十分な電力を供給する電気設備、或いは、電気機器の制御に妥当な電気設備を設計すると云ったケースに対応できるシステムが構築できる。

【0620】ところで、母線を電氣的に分割して、システムを設計したが、逆に分割しないで統合したいと云う要求が設計後に生じる場合もある。従って、そのような事態にも柔軟に対応できることが重要である。このような業務に対応できるようにしたシステムについて、次に実施形態3として説明する。

【0621】(実施形態3)複数の母線を電氣的に統合して、統合した母線以下に接続される電気機器に十分な電力を供給する電気設備、あるいは、電気機器の制御に妥当な電気設備を設計する業務を自動化する手段について説明する。この実施形態によれば、選択されたトランス同士や、選択された機器或いは母線より上部の階層に接続されるトランス同士が統合される。

【0622】なお、母線統合手段は、母線に限らず、例えば、ケーブルで並列に接続された電気機器グループ等のように、電気機器を並列に接続した部分の分割一般に適用可能である。

【0623】母線統合は設計結果調整部20における母線統合部によって実現されている機能である。そして、この母線統合部では例えば、図45に示す如きの手順を踏む処理を実行することにより、図面上での母線を統合する。但し、図45に示す母線統合手順は一例として幾つかの母線を、その中の1つの母線に統合する場合での手順を表わしたものであるが、これに対し、幾つかの母線を、新たに作成する母線に統合する場合等にも適用可能である。

【0624】図43は、αとβの、2つの母線を統合する例を表わしており、また、図44は、母線統合に伴う母線オブジェクトの変化を表わしている。この例を用いて、図45の手順を説明する。

【0625】まず、統合に際して、統合に関わる機器の選択をユーザが行う。

【0626】これはまずはじめに、統合処理のモードを選択し、ポインティング・デバイス等のユーザインタフ

ェースを用いての画面上でのユーザ操作から、母線統合に関わる機器を特定することで実施する(図45のステップS241)。勿論、一度に複数の母線を統合できるので、より多数の母線を選択指定しても良い。

【0627】図43の例では、黒矢印のカーソルが示すように、ポインティング・デバイスを用いて、単線結線図上のドライブ装置A及びトランスJの図形部分をユーザが選択したことから、ドライブ装置AとトランスJが母線統合に関わる機器として特定される。

【0628】機器が選択されると、次に、統合する母線の特定制が行われる。

【0629】母線統合モードでは、選択された機器が母線以外であった場合、特定された機器から統合する母線を特定することになる(図45のステップS242)。母線の特定制には、幾つかの方法がある。例えば、先に特定されている機器の組みあわせで母線を特定するルールを用いて行うのも良いし、電氣的な接続関係から特定するのも良い。図43の例では、母線α、母線β、母線γがあるが、母線γの下位に接続された機器に、ドライブ装置A及びトランスJが含まれることから、母線γは対象外となり、母線α及び母線βが統合する母線として特定される。

【0630】こうして、母線が特定されると、次に母線電圧がチェックされる(図45のステップS243)。但し、必ずしもここでチェックしなければならないものではなく、統合する母線を特定する時点で母線タイプ、母線電圧が等しいかどうかチェックするようにしても良いし、このステップでチェックするのも良い。この例では母線α及び母線βは、共に同一の母線タイプ及び母線電圧であるものとする。

【0631】これが終わると、次に各母線に接続されていた機器を1つの母線に統合する処理が成される。すなわち、統合する母線の中から、統合に用いる母線が1つ選ばれ、他の母線の下位に接続されている機器全てが、統合に用いる母線に接続される(図45のステップS244)。

【0632】統合する母線の選び方はいくつかある。例えば、単線結線図上でもっとも左側にある母線を選択するのも良い。図43の例では、統合に用いる母線を母線αに選択し、続いて、図44に示すように母線βに接続されていたドライブ装置D、E、Fが、統合により母線αに接続される。この結果、母線βのオブジェクト“LV_BUSβ”のメンバ“mDriveIDs: D、E、F”と母線αのオブジェクト“LV_BUSα”のメンバ“mDriveIDs: A、B、C”が統合されて母線αのオブジェクト“LV_BUSα”はそのメンバ“mDriveIDs”の内容が“mDriveIDs: A、B、C、D、E、F”という内容になり、母線βのオブジェクト“LV_BUSβ”は無くなる。

【0633】次に、統合に用いる以外の母線より上位の層に接続されている機器のうち、不要になった機器のオ

プロジェクトを削除する(図45のステップ245)。この作業にも幾つかの手法があるが、例えば、次のように行うのも良い。

【0634】・統合に用いられた母線以外のすべての母線について、母線とその上位に接続されている機器を全て探索し、機器集合Aとする。図43の例では、機器集合Aは、{母線β、トランスj、遮断器l、母線α、…}となる。

【0635】・統合に用いられた母線の上位に接続されている機器を全て探索し、機器集合Bとする。図43の例では、機器集合Bは{トランスi、遮断器k、母線α、…}となる。

【0636】・機器集合Aから機器集合Bに含まれる機器を削除して、残りを機器集合Cとする。図43の例では、機器集合Cは{母線β、トランスj、遮断器i}となる。

【0637】・機器集合Cの要素となるオブジェクトを全て削除する。この時、削除されるオブジェクトのIDを記録しているオブジェクトがあれば、当該IDを削除する。例えば、遮断器iを消す前に、高圧母線αのメンバから遮断器iのIDを削除する。図43の例では、母線β、トランスj、遮断器iが削除される。この時、母線αに登録されていた、遮断器jのIDも母線αの登録から削除される。

【0638】削除が終了したならば、次に、統合に用いた母線以上の電気機器の仕様の再計算が成される(図45のステップS246)。

【0639】つまり、統合に用いられた母線及びこの母線の上位に接続されている機器の仕様を再計算する。仕様再計算の一つの方法は次のようになる。すなわち、電気システム自動設計手順の中から、統合に用いられた母線の自動設計に対応する部分以降を実行し、電気システム自動設計手順から選択された機器及びその仕様と統合前の機器及び仕様とを比較して、必要に応じて、機器の入れ替え及び属性値の入れ替えを行う。

【0640】図43の例では、統合に用いられた母線αに対応する「ドライブ装置グループの連続及びピーク電流の算出」から電気システム自動設計手順を実行し、母線α、トランスi、遮断器kなどの入れ替え及び属性値の入れ替えを行う。

【0641】これが終わったならば、設計結果調整部20は自動配置手順を起動して設計図の生成を行う。すなわち、設計結果調整部20は推論部1に対して自動配置を指示し、推論部1はこれによりSLDオブジェクトのメンバ関数“layout”或いは“local layout”を呼び出し、実行することで単線結線図上の機器図形を自動配置する(図45のステップS247)。

【0642】以上は、母線を分割したり、分割した母線を統合し直したりする場合での例を説明したが、工場建屋の配置や、面積、設備配置の関係、あるいは、コスト

ダウン、省エネルギー、等の観点から、配置設計した負荷を別のグループに移動させたい、別の位置に設置したい、と云った変更要求が生じることがある。このような要求に対処できる機能を本システムは備えているので、これについて次に説明する。

【0643】(実施形態4)

〔負荷移動〕母線やケーブルなどに電氣的に並列に接続された機器及びその機器の下位に接続された機器を、別の母線あるいは同一の母線の異なる位置に移動する作業を負荷移動と呼ぶこととする。ここでは、この負荷移動を、自動化する手段を説明する。この負荷移動に関する処理は、設計結果調整部20の負荷移動部が担う。

【0644】図46は、ドライブ装置とモータの組を別の母線に移動する負荷移動の前後の様子を、抽象化した単線結線図を用いて示しており、また、図47は図46の負荷移動による母線オブジェクトの変化の例を示している。

【0645】図46は、トランスiに繋がる母線α以下のドライブ装置群とモータ群からなる第1グループと、トランスjに繋がる母線β以下のドライブ装置群とモータ群からなる第2グループとからなる結線図において、第2グループでのドライブ装置とモータからなる機器Bを、第1グループでのドライブ装置とモータからなる機器Aの隣に移動する例である。

【0646】図48に、負荷移動の手順を示す表わしている。以下では、図48の手順を、図47及び図48で示される例を用いて説明する。負荷移動は、負荷移動モードを指定することにより、設計結果調整部20が当該モード対応の処理を実行することで実現される。

【0647】負荷移動モード状態において、まずはじめに、移動対象負荷の選択をする(図48のステップS251)。これはポインティング・デバイスなどのユーザ・インタフェースを用い、移動したい機器を画面上でユーザが選択することで行う。ユーザが選択した機器の下位に接続された機器すべてを移動対象の機器とする。

【0648】図46(a)の例では、符号m1を付して示す矢印形状のカーソルでドライブ装置Bを選択するポインティングを行ったとして、この場合、ドライブ装置Bとその下に接続されるモータが移動対象になる。ここで、例えば、トランスjの上に接続された遮断器を選択すると、移動対象は、その遮断器以下に接続されたすべての機器となる。

【0649】移動対象負荷の選択がなされたならば、次に移動先を選択する。これはポインティング・デバイス(例えば、マウスやトラックボール、ジョイスティック等)などのユーザインタフェースを用いて、画面上での操作により、移動先を示す機器をユーザが選択することで行う(図48のステップS252)。ユーザが選択した機器や選択時にポインティングした位置により、移動場所を特定する。移動場所の特定の仕方は幾つかの方法

がある。例えば、ドライブ装置が移動先を示す機器として選択された場合、そのドライブ装置が接続されている母線の、そのドライブ装置の直後を移動先としても良い。

【0650】図46(a)の例では、符号m2を付して示す矢印形状のマウスカースールにより、ドライブ装置Aが選択されており、この状態で図示しない操作アイコン等により移動コマンドを発生させると、ドライブ装置Bの移動先は、母線αのドライブ装置Aの直後となるように、描画編集操作されて図は図46の(b)の如きとなる。

【0651】移動先を特定する時点、あるいは、負荷を移動する時点でユーザが選択した機器が妥当であるかどうかの判定を行う必要がある。

【0652】移動先が選択されたならば、負荷の移動処理に入る(図48のステップS253)。これは移動先となる母線上の位置に移動対象の機器を登録することで行う。図46の例では、図47に示すように、母線βに接続されていたドライブ装置Bが、母線αのドライブ装置Aの後ろに接続される。

【0653】次に再計算を行う(図48のステップS254)。これは負荷構成が変化したことにより、接続関係に変化が生じた母線について、当該母線以上の部分での機器に仕様変更が必要となることがあるので、その仕様を再計算しなければならないためである。

【0654】仕様再計算の一つの方法としては、例えば、次の如きとなる。すなわち、電気システム自動設計手順の中から、接続関係に変化のあった母線の自動設計に対応する部分以降を実行し、電気システム自動設計手順から「選択された機器」、及び、「その仕様」と「統合前の機器」及び「仕様」とを比較して、必要に応じて、機器の入れ替え及び属性値の入れ替えを行う。

【0655】図46の例では、接続関係に変化のあった母線α及び母線βに対応する「ドライブ装置グループの連続電流及びピーク電流の算出」から電気システム自動設計手順を実行し、母線α、トランスi、トランスiの上の遮断器、母線β、トランスj、トランスjの上の遮断器、などの入れ替え及び属性値の入れ替えを行う。

【0656】このように、接続関係に変化のあった母線α及び母線βに対する仕様再計算から仕様変更があったときは、電気システム自動設計手順を実行し、母線α、トランスi、トランスiの上の遮断器、母線β、トランスj、トランスjの上の遮断器、などを新たな仕様対応に入れ替えを行い、また、属性値の入れ替えを行う。そのため、図面上の機器の配置を見直す必要が生じるので、この段階で自動配置手順を起動する。

【0657】これが終わったならば、設計結果調整部20は自動配置手順を起動して設計図の生成を行う。すなわち、設計結果調整部20は推論部1に対して自動配置を指示し、推論部1はこれによりSLDオブジェクトの

メンバ関数“layout”或いは“loacallayout”を呼び出し、実行することで行われる。実行されたメンバ関数“layout”或いは“loacallayout”は、変更のあった機器の仕様や属性値等の情報を参照しながら単線結線図上の機器図形を自動配置する(図48のステップS255)。

【0658】以上が負荷移動の説明であり、これにより、配置設計した負荷を別のグループに移動させたり、別の位置に設置したりすることができるようになる。

【0659】次に、ページ枠編集について説明する。大規模な電気システムの結線図を図面化する場合、限られた用紙面積しか持たない図面用紙1枚には収まらないことから、複数枚の図面用紙に結線図を分割して印刷する必要がある。そこで、結線図を複数に分割するにあたり、図面用紙1枚を1ページとするページ枠をディスプレイ上の結線図に表示させてどのページのどの領域の結線図が印刷されるかを判り易く表示する必要がある。そのため、推論部1にはそのレイアウト部に図面用紙サイズ対応のページ枠自動発生機能がある。この機能によるページ枠は、あらかじめ定められた配置規則に従って結線図を見易いかたちに分割して枠をはめるようにしても良いし、結線図の分割はまずは行わずに、ユーザによる結線図分割位置指定に対応して最適化編集すると云った機能を設計結果調整部20に持たせるのも良い。このページ枠編集機能を担うのが設計結果調整部20のページ枠編集部である。

【0660】以下では、後者を例に説明する。

【0661】ページ枠編集部には、図面の用紙サイズと結線図の分割状態に合わせてページ内に見易い形でレイアウトされるように、電気機器や母線が描画されている範囲を囲んで単線結線図のページ枠を作成する作業を自動的に行う。

【0662】このページ枠を自動作成する手段について説明する。また、ユーザによる単線結線図の編集に伴い、必要に応じてページ枠を追加・削除する作業を自動化する手段についても説明する。

【0663】図49は、ページ枠の追加及び削除の一例を、単線結線図を抽象化した図を用いて示している。本実施例では、ページ枠を表わすのにページ枠オブジェクトを用る。また、このページ枠オブジェクトは、単線結線図を統括するオブジェクト(SLD)に登録する。

【0664】ページ枠用の図形部品は予め用意して、CAD図面に挿入する。各ページ枠には、様々な情報を記載するのも良い。例えば、「発注元の会社名」、「設備等の名称」、「図名」、「作成者名」、「変更履歴」、「ページ番号と総ページ数」等があげられる。

【0665】なお、図49の例では、発注元の会社及び設備の名称とページ番号と総ページ数のみを記載してある。

【0666】ページ枠の自動配置の手順は次の通りであ

る。図51は、単線結線図の電気機器が描画されている範囲全体をカバーするように、ページ枠を配置する手順を表わしている。ここでは、図49のページ枠の挿入と削除の下段と図50に示したページ枠追加削除によるSLDオブジェクトの変化例の(b)図側の部分を用いてこの手順を説明する。

【0667】先ず初めに、ページ枠情報例えば、設計図面に記載する電気システムに関する付帯情報を入手する(図51のステップS261)。本実施例では、入力パラメータとして前もってユーザが入力したものを用いるが、ページ枠を作成する時点でユーザインタフェースを介してユーザに入力を求めるのも良い。また、本実施例では、SLDオブジェクトのメンバとして入力パラメータの内容を記憶するが、必ずしも、オブジェクトのメンバとして記憶する必要はない。

【0668】図50の例では、SLDオブジェクトの“mCompName”及び“mEquipName”から発注元の「会社名及び設備の名称」(“**製鉄”及び“〇〇設備”なる情報)を入手する。

【0669】次に、図形の存在範囲を特定する(図51のステップS262)。ここでは、すべての図形の座標を入手して、各電圧レベルの段毎に、図形のある範囲を特定する。本実施例では、図名を配置する初期座標が予め設定されるので、各段毎にx座標の最大値を求めれば、初期座標とx座標の最大値が図形の存在範囲となる。

【0670】次に、各段毎にページ枠の図形部品を配置する(図51のステップS263)。ページ枠の図形部品は、ページのx方向の幅毎(mPageWidth: “42”)にマージン(mMargin: “2.5”)を設けて1つずつ配置し、ページ枠の最も右のx座標が、電気機器図形のx座標の最大値よりも大きくなるまで、ページ枠を配置する。この時、ページ枠オブジェクトには、ページ枠情報を付加する。

【0671】次に、ページ数を算出する(図51のステップS264)。具体的には、各ページを特定する番号あるいは記号などで表わされるページ番号を算出する。必要に応じて、全ページの総数を表わす数字あるいは記号からなる総ページ数を求めるのも良い。本実施例では、電圧レベルのより高い段のより初期座標に近いページから順に数字でページ番号を割り当てる例を表わしている。

【0672】すべてのページ枠オブジェクトが、SLDオブジェクトのメンバ“mFrameIds”に登録される場合、総ページ数は、SLDオブジェクトのメンバ“mFrameIds”に登録されたページ枠オブジェクトの数となる。図49の例では、ページ番号が“1”から“55”まであり、総ページ数が“55”となっている例を表わしている。

【0673】ページ数が求められたならば、次に、ペー

ジ番号を代入する(図51のステップS265)。すなわち、各ページを特定するページ番号を各ページ枠オブジェクトに代入すると共に、ページ枠図形の所定の位置に所定のフォーマットで表示する。図49の例では、ページ枠の右下に、ページ番号/総ページ数のフォーマットで表示する例を示している。

【0674】以上の手順を踏む結果、ページ枠自動配置が実現できるシステムとなる。

【0675】次に、ページ枠追加を可能にする機能を説明する。ユーザによる単線結線図の編集に伴い、必要に応じてページ枠を追加する必要がある。このページ枠追加作業を自動化する手段を本システムは備えているので、これについて説明する。ページ枠追加は、ページ枠追加モードにし、追加個所の特定をすることにより設計結果調整部20が以下の動作を実施することによって実現する。

【0676】図49の例は、(a)のようにページ枠からはみ出た場合に、そのはみ出た部分に図形がある時、その図形のための図面枠を追加して(b)の如きにするものである。また、図50のSLDオブジェクトの例は、ページ枠オブジェクト“p55”がSLDオブジェクトのメンバに追加されるケースを表わしている。

【0677】ページ枠追加モードにし、追加個所の特定をすることによりページ枠追加は、開始される(図52のステップS271)。電圧レベル毎の段がある場合、どの段にページ枠を挿入するかを特定する必要がある。従って、どの段にページ枠を挿入するかを特定する。

【0678】なお、ページ枠の配置されている範囲を求め、ページ枠の配置されている範囲に含まれない図形を探すことで、追加個所を特定するのも良い。また、最後に図面上の変化のあった座標から、段を特定するのも良い。更に、ユーザインタフェースを通じて、段を特定する情報をユーザから入手するのも良い。ユーザから与えられる段特定のための情報としては、例えば、ユーザがポインティング・デバイスをを用いて、追加する段の範囲内をポインティングして指示するようにするのも良い。また、段に名称があればその名称を入力するようにするのも良い。また、段に対応するボタンやメニューなどの様なものを用いてユーザに選択を促すようにするのも良い。

【0679】どの段にページ枠を挿入するかを特定したならば、次にページ枠情報を入手する(図52のステップS272)。具体的には、図面に記載する電気システムに関する付帯情報を入手する。本実施例では、入力パラメータとして前もってユーザが入力したものを用いるが、ページ枠を作成する時点でユーザインタフェースを介してユーザに入力を求めるのも良い。また、本実施例では、SLDオブジェクトのメンバとして入力パラメータの内容を記憶するが、必ずしも、オブジェクトのメンバとして記憶する必要はない。図50の例では、SLD

オブジェクトの“mCompName”及び“mEquipName”から発注元の会社名及び設備の名称(“**製鉄”及び“○設備”)の情報を入手する。

【0680】ページ枠情報を入手したならば、次に、ページ枠の配置をする(図52のステップS273)。例えば、特定された段の既に配置されている最後のページ枠図形に続いて、ページ枠の図形部品を配置する。ページ枠の図形部品は、ページのx方向の幅毎(“mPageWidth:42”)にマージン(“mMargin:2.5”)を設けて1つずつ配置し、ページ枠の最も右のx座標が、電気機器図形のx座標の最大値よりも大きくなるまでページ枠を配置する。この時、ページ枠オブジェクトには、ページ枠情報を付加する。なお、ページ枠の配置は、ページ枠が図形を全てカバーしているかしていないかに関わらず、ユーザの要求毎に1つだけ配置するようにしても良い。

【0681】ページ枠配置が終了したならば、次にページ数を算出する(図52のステップS274)。そして、ここでは、算出したページ数に合わせ、各ページを特定する番号あるいは記号などで表わされるページ番号を改訂する。全ページの総数を表わす数字あるいは記号からなる総ページ数を扱っている場合は、総ページ数も改訂するのも良い。

【0682】本実施例では、電圧レベルのより高い段のより初期座標に近いページから順に数字でページ番号を割り当てる例を表わしている。このため、最も下の段以外でページ枠を追加すると、追加された段より下の段では、追加された分だけページ番号が一斉にシフトすることになる。

【0683】総ページ数については、すべてのページ枠オブジェクトが、SLDオブジェクトのメンバ“mFrameIds”に登録される場合、SLDオブジェクトのメンバ“mFrameIds”に登録されたページ枠オブジェクトの数となる。

【0684】図49の例では、ページ枠を追加する前は、ページ番号が“1”から“54”まであり、総ページ数が“54”となっている。これにページ枠を追加すると、ページ番号が“1”から“55”まであり、総ページ数が“55”となる例を表わしている。

【0685】次に、各ページを特定するページ番号を各ページ枠オブジェクトに代入すると共に、ページ枠図形の所定の位置に所定のフォーマットで表示する(図52のステップS275)。図49の例では、ページ枠の右下に、ページ番号/総ページ数のフォーマットで表示する例を示している。

【0686】以上により、ページ枠追加を実施できる。

【0687】次に、ページ枠削除を説明する。ユーザによる単線結線図の編集に伴い、必要に応じてページ枠を削除する作業を自動化する手段を本システムでは備えている。これも設計結果調整部20により実現するもので

あって、この機能について図49、図50に示す例を参照して説明する。

【0688】図49の例は、(b)図に示すように、ページ枠が図形をすべてカバーしている状態から、(a)図に示すように、ページ枠からはみ出た図形がある状態になるように、ページ枠を削除する場合を表わしている。また、図50のSLDオブジェクトの例では、ページ枠を表すメンバである“mFrameIds”中に“p55”が追加され、或いは当該メンバ中の“p55”がSLDオブジェクトから削除される例を表わしている。

【0689】ページ枠削除は、ページ枠削除モードにし、ページ枠削除個所の特定をすることにより設計結果調整部20が以下の動作を実施して実現する。

【0690】すなわち、ページ枠削除モードにし、この状態においてページ枠削除個所の特定をする(図53のステップS281)。これは、電圧レベル毎の段がある場合、どの段のページ枠を削除するかを特定する必要があるためである。そのため、まずはじめに、どの段のページ枠を削除するかを特定する。なお、ページ枠の配置されている範囲を求め、ページ枠の配置されている範囲に含まれない図形を探すことで、削除個所を特定するのも良い。また、最後に図面上の変化のあった座標から、段を特定するのも良い。更に、ユーザインタフェースを通じて、段を特定する情報をユーザから入手するのも良い。ユーザからの段を特定する情報としては、例えば、ユーザがポインティング・デバイスを用いて、削除する段の範囲内をポインティングするのも良い。また、段に名称があればその名称を入力するのも良い。また、段に対応するボタンやメニューなどの様なものを用いてユーザに選択を促すのも良い。

【0691】ページ枠削除個所が特定されたならば、特定された段の既に配置されている最後のページ枠図形を削除する(図53のステップS282)。このとき、ページ枠の最も右のx座標が、電気機器図形のx座標の最大値よりも大きく、かつ、最小になるまでページ枠を削除する。なお、ページ枠の配置は、ページ枠が図形を全てカバーしているかしていないかに関わらず、ユーザの要求毎に1つだけ削除するようにしても良い。

【0692】特定された段の既に配置されている最後のページ枠図形が削除されたならば、次に、ページ数算出をする(図53のステップS283)。そして、算出したページ数に合わせ、各ページを特定する番号あるいは記号などで表わされるページ番号を改訂する。全ページの総数を表わす数字あるいは記号からなる総ページ数を扱っている場合は、総ページ数も改訂するのも良い。

【0693】本実施例では、電圧レベルのより高い段のより初期座標に近いページから順に数字でページ番号を割り当てる例を表わしている。このため、最も下の段以外でページ枠を削除すると、削除された段より下の段では、削除された分だけページ番号を一斉に減算すること

になる。

【0694】総ページ数については、すべてのページ枠オブジェクトが、SLDオブジェクトのメンバ“mFrameIds”に登録される場合、SLDオブジェクトのメンバ“mFrameIds”に登録されたページ枠オブジェクトの数となる。図49の例では、ページ枠を削除する前は、ページ番号が“1”から“55”まであり、総ページ数が“55”となっている。これからページ枠を削除すると、ページ番号が“1”から“54”まであり、総ページ数が“54”となる例を表わしている。

【0695】ページ数を算出し、改訂を終えたならば、次にページ番号修正を行う。これは各ページを特定するページ番号を、各ページ枠オブジェクトに代入すると共に、ページ枠図形の所定の位置に所定のフォーマットで表示するようにする(図53のステップS284)。例えば、図49の如きであり、この図49の例では、ページ枠の右下に、ページ番号 総ページ数のフォーマットで表示する例を示している。

【0696】以上の如くしてページ削除を自動化できるようにする。

【0697】ところで、モータ設備などのような電気システムを設計する場合には、単線結線図で図面を作成し、定型サイズ用の紙に結線図をプリントして出力することになるが、一枚の用紙に収まる図面は全体の一部である。従って、一枚一枚には使い勝手を第一に、収まり良く、必要な範囲の部分結線図をプリントできるようにしたいところである。

【0698】そこで、単線結線図の電気的な接続関係を保ちつつ、幾つかのページに分割する作業を自動化するシステムの例を次に実施形態6として説明する。

【0699】(実施形態6)

〔ページ分割(改ページ)〕単線結線図の電気的な接続関係を保ちつつ、幾つかのページに分割する作業を自動化する手段を説明する。

【0700】例えば、製鉄所における圧延工程での電気設備を考えた場合、圧延工程用のプラントは多数の圧延ローラが延々と配置されており、これら圧延ローラ間に加工対象の例えば鉄板を通すことで薄板にする。多数の圧延ローラをそれぞれ回転駆動するために、モータが用いられるが、その数は数千台にも及ぶことが珍しくない。そのため、このようなプラントの電気システムを設計する場合に、母線、遮断器、トランス、整流器、ドライブ装置、モータなどの機種選択と使用台数、そして、それらの結線関係を決めなければならない。

【0701】これがここで云う電子システムの設計であり、膨大な設備であるがために、一枚の定型紙に納まりきるようにすることは難しいから、結線図は多数のページに分けて部分部分を図面化することになる。

【0702】遮断器、トランス、整流器、ドライブ装置などは、負荷に応じて種々の選択肢が生じ、システムの

コスト、この装置の占有面積や占有体積、配置レイアウトなどを考慮すると、ユーザの要求に応じて細かな設計変更をする必要が常に生じる。そして、変更があると、図面のレイアウトも変更する必要が生じ、また、見易さの観点からあるページの結線図の一部を隣接ページに移動させるなどの変更をしたいと云った要求も生じる。

【0703】このような要求に応えることができるようにする機能がページ分割機能であり、平たく言えば改ページ機能である。

【0704】図面の場合、紙面の左上を基準に右側へと作図する。従って、図面の編集にあたっては、ユーザの指定する機器から右側にある電気機器を、必要に応じて分割し、適切な距離だけ移動することになる。

【0705】図54及び図56は、ページ分割の一例を表わしている。図54の例では、まず、仮想画面上でのある領域での図面が、ページ輪郭線PLn、PLn+1で区切られた(a)図の如きであるとする。母線 γ に繋がる負荷グループは、母線 γ から遮断器m、そして、変圧器、複数台のドライバ装置を介してそれぞれ接続されたモータ群からなる一グループと、母線 γ から遮断器n、そして、変圧器、複数台のドライバ装置を介してそれぞれ接続されたモータ群からなる別のグループとがあり、遮断器mに繋がるグループのページの一部分に、遮断器nに繋がるグループの一部が入り込んだ状態でページの区切りがなされている。

【0706】従って、この状態のまま、プリントアウトすると用紙サイズとの関係もあってページ輪郭線PLnで区切られる領域が一つのページとして印刷され、また、ページ輪郭線PLn+1で区切られる領域が別の一つのページとして印刷されて、ページ輪郭線PLnで区切られる領域のページは、隣のページのグループに属する結線図の一部を含めたかたちとなり、ページ輪郭線PLn+1で区切られる領域のページは、前ページに含まれてしまった部分の結線図を除いた部分が印刷される。

【0707】しかも、この例の場合、隣接するページのページ輪郭線は少し余白を確保するかたちとなっているので、このままでは、印刷されるページ輪郭線PLn+1で区切られる領域のページは、グループの主要部が欠落した状態の結線図となってしまふ。

【0708】そこで、この境界部分の画像をディスプレイ画面上に表示した上で、当該ディスプレイ画面上において、マウス操作により機器(機器A)を選択し、この選択された機器(機器A)を次ページの先頭位置あるいは所定の位置に移動する改ページ編集操作をする。

【0709】すると、画面上において遮断器n以下の部分で結線図は切断され、この切断された部分以下は隣接ページであるページ輪郭線PLn+1の領域に移動される。すなわち、機器Aよりも図面に向かって右方向にある機器図形が機器Aと同じ距離だけ移動する。

【0710】但し、この操作により、この例のように母線 γ がページを跨ぐ場合は、ページの切れ目で母線 γ を分割し、かつ、データ上において電氣的な接続関係を保つために、呼び合い番号（“ConnectionMark__from”，“ConnectionMark__to”）を双方の母線オブジェクトに付与し、接続関係を明示する。そして、画面上もその呼び合い番号が母線の始端と終端にシンボル表示されるようにする。

【0711】このような状態での画面表示結果が図54の（b）であり、図54（a）の表示内容は、上述の編集処理の結果、当該図54（b）の如きとなる。

【0712】端部が呼び合い番号で互いに接続関係を明示された母線オブジェクトは、電氣的には同一の母線を表わしている。新たに生成された母線オブジェクトは、分割前に接続されていたオブジェクトの母線リストに追加する。機器Aよりも右方向に、既に、改ページを行った部分があれば、その部分が、ページの所定の位置になるように移動距離を調整する。調整後は、調整後の移動距離を用いて、それよりも右方向にある図形を移動する。

【0713】図56（a）の例は、仮想画面上でのある領域での図面が、ページ輪郭線PLn、PLn+1で区切られており、ページ輪郭線PLn+1で区切られた領域に、ページ輪郭線PLnで区切られた領域に表示されているグループの負荷の一部が、はみ出している状態であることを示している。また、この例の場合、母線は特別高圧母線 γ と高圧母線 α があり、これらの間は遮断器nとトランスiとを介して接続されている。高圧母線 α 以下には複数のドライバ装置とモータとが接続された結線図となっている。

【0714】従って、この状態のまま、プリントアウトすると用紙サイズとの関係もあってページ輪郭線PLnで区切られる領域が一つのページとして印刷され、また、ページ輪郭線PLn+1で区切られる領域が別の一つのページとして印刷されて、ページ輪郭線PLnで区切られる領域のページは、隣のページのグループに属する結線図の一部を含めたかたちとなり、ページ輪郭線PLn+1で区切られる領域のページは、前ページに含まれてしまった部分の結線図を除いた部分が印刷されて、図面は分断化されてしまう。

【0715】しかも、この例の場合、隣接するページのページ輪郭線は少し余白を確保するかたちとなっているので、このままでは、印刷されるページ輪郭線PLn+1で区切られる領域のページは、グループの主要部が欠落した状態の結線図となってしてしまう。

【0716】そこで、この境界部分の画像をディスプレイ画面上に表示した上で、当該ディスプレイ画面上において、マウス操作により機器（機器A）を選択し、この選択された機器（機器A）を次ページの先頭位置あるいは所定の位置に移動する改ページ編集操作をする。

【0717】すると、画面上において切断指定した機器Aとその前段の機器Bとの間で結線図は切断され、この切断された部分以下は隣接ページであるページ輪郭線PLn+1の領域に移動される。すなわち、機器Aよりも図面に向かって右方向にある機器図形が機器Aと同じ距離だけ移動する。

【0718】但し、この操作により、この例のように母線 γ および母線 α がページを跨ぐことになる。この場合、ページの切れ目で母線 γ 及び α をそれぞれ分割し、かつ、データ上において電氣的な接続関係を保つために、呼び合い番号（“ConnectionMark__from”，“ConnectionMark__to”）を双方の母線オブジェクトに付与し、接続関係を明示する。そして、画面上もその呼び合い番号が母線の始端と終端にシンボル表示されるようにする。

【0719】このような状態での画面表示結果が図56の（b）であり、図56（a）の表示内容は、上述の編集処理の結果、当該図56（b）の如きとなる。

【0720】このようにして、ページ毎に結線図がまとまりあるように、編集操作することにより、各ページが編集し直されて見易い結線図となる。

【0721】ところで、切断された母線端部が呼び合い番号で互いに接続関係を明示された母線オブジェクトは、電氣的には同一の母線を表わしている。新たに生成された母線オブジェクトは、分割前に接続されていたオブジェクトの母線リストに追加する。機器Aよりも右方向に、既に、改ページを行った部分があれば、その部分が、ページの所定の位置になるように移動距離を調整する。調整後は、調整後の移動距離を用いて、それよりも右方向にある図形を移動する。

【0722】図55及び図57は、それぞれ、図54及び図56のページ分割の例におけるSLDオブジェクト及び母線オブジェクトの変化の例を表わしている。

【0723】図58は、ページ分割を自動化する手順を表わしている。以下では、図54及び図56の例を用いて、この手順を説明する。この処理は設計結果調整部20が担い、次のように処理を実行する。

【0724】〔ページ分割の手順の説明〕

＜分割位置の選択＞ユーザインタフェースを介してユーザが、分割位置を示す電気機器を選択する（図58のステップS301）。例えば、ポインティング・デバイスを用いて、図54の電気機器A及び、図56の電気機器Aを選択する。この時、図56の母線 α 上の電気機器Aと電気機器Bの間を選択するのも良い。

【0725】＜母線が選択された場合、分割位置の左及び右に位置する電気機器A及び電気機器Bの特定＞選択された電気機器が母線の場合は、母線上の選択された位置のx座標情報により、前ページに残る最後の電気機器Bと次ページに移る最初の電気機器Aとを特定する（図58のステップS302、S303）。図56で母線 α

を選択した場合は、母線 α に接続されているドライブ装置のx座標を調べ、選択された位置のx座標よりも小さいx座標を持つ図形の中でx座標が最大の電気機器Bを特定する。これと共に、選択された位置のx座標よりも大きいx座標を持つ図形の中でx座標が最小の電気機器Aを特定する。

【0726】＜母線以外の電気機器Aが選択され、かつ、上位にある母線に対して先頭の場合＞母線以外の電気機器Aが選択されたときに、その電気機器Aの上位にある母線に対して電気機器Aが図面上の接続順で先頭に接続されているか先頭に接続されている機器に接続されている場合は、分割する母線の特定に処理を進める（図58のステップS302、S304）。図54の電気機器Aが先頭の場合の例である。

【0727】＜母線以外の電気機器Aが選択され、かつ、上位にある母線に対して先頭でない場合、選択された電気機器の左側の電気機器Bを特定＞母線以外の電気機器Aが選択されたときに、その電気機器Aの直接の上位に母線が接続されている場合で、かつ、母線に対して電気機器Aが図面上の接続順で2番目以降に接続されている場合は、電気機器Aの直前に接続されている電気機器Bを特定する（図58のステップS305）。

【0728】また、電気機器Aが母線に直接ではなく、2番目以降に接続されている機器の下位に接続されている場合は、機器Aから遡って上位にある母線に直接接続された機器とその機器の図面上の接続順で1つ前に接続されている機器を特定する。

【0729】図56の電気機器Aは母線に直接接続され、かつ、2番目以降に接続されている例であり、電気機器Bは電気機器Aの直前に接続されている電気機器の例である。

【0730】電気機器Bの特定は、電気機器のネットワークを辿って行うのが一つの方法である。図57の母線 α の例では、ドライブ装置の登録順序から、電気機器Aの直前の電気機器Bが得られる。

【0731】＜分割する母線の特定＞選択されて機器Aから電気機器のネットワークを遡り、分割されるべき母線を探す（図58のステップS306）。遡る際に、母線とトランスやトランスと遮断器などに母線同士以外の間で呼び合い番号が接続されている場合は、それより上には遡る必要が無い場合もある。

【0732】ページ分割における母線の分割は、電気的に分割されるのを意味するのではなく、電気的に同一の母線を、複数ページに跨る単線結線図の異なるページに描画するための図形上の分割を意味する。

【0733】母線オブジェクト同士が電気的に同一の母線であることを表わす方法は、幾つかあるが、呼び合い番号“from”と呼び合い番号“to”を介して接続し合う母線を電気的には同一の母線を指している母線オブジェクトであるとするのも一つの方法である。

【0734】図54の例では、機器Aから母線 α 、トランス、遮断器n、母線 γ と辿ることから、母線 γ が分割対象となる。機器Aは母線 α に対して先頭に接続されているため、母線 α は分割対象にならない。

【0735】図56の例では、機器Aから母線 α 、トランスi、遮断器n、母線 γ と辿ることから、母線 α 及び母線 γ が分割対象になる。

【0736】＜機器Bが特定されている場合、機器B以下の最右側座標の特定＞電気機器Bが特定されている場合、機器B以下の最も右側の座標の特定する（図58のステップS308）。

【0737】図56の例のように、電気機器Bが特定されている場合、電気機器Bの右端（x座標最大）となる点のx座標を求める。

【0738】＜電気機器Bが特定されていない場合、母線の分割位置の特定＞図54に示すように、電気機器Bが母線の先頭に接続されている場合は、当該電気機器Bが特定されていないので、更に上位に接続されている母線の分割位置を特定する必要がある。

【0739】＜母線に接続された機器のうち機器Aよりも左側の機器の特定＞図54の例の場合、分割対象の母線（この場合は母線 γ ）に機器Aの上位で直接接続された機器（この場合は遮断器n）の直前に接続された機器（この場合、遮断器m）を母線から求める（図55の母線 γ 参照）（図58のステップS313a）。

【0740】＜機器Aよりも左側の機器以下の最も右側の機器の右端の座標の特定＞機器Aよりも左側の機器以下の、最も右側の機器の右端の座標の特定する（図58のステップS313b）。

【0741】分割対象の母線（この場合、母線 γ ）における直前の機器（この場合、遮断器m）の下位に接続される機器の中で、最も右側に位置する機器（この場合、機器C）の右端の座標が分割される母線の分割位置になる。機器Cの右端の座標を求める方法は幾つかある。本実施例の、“layout”あるいは、“10Callayout”で用いているように、各電気機器のオブジェクトが各々のオブジェクト以下の機器の最も右側のx座標を記憶している場合は、遮断器nが記憶している最も右側のx座標が、機器Cの右端のx座標と同じ値であるため、遮断器nに問い合わせることで、分割位置を得る。

【0742】他の方法としては、まず、最も右側にあるのが機器Cであることを電気機器ネットワークを辿って発見する必要がある。探索により、遮断器mから下位に機器Cまで辿り、機器Cのオブジェクトに右端のx座標を問い合わせることで分割位置を得る。

【0743】＜母線オブジェクトの作成と接続関係の更新＞分割対象の各々の母線に対して、同一の仕様の母線オブジェクトを作成する（図58のステップS309）。続いて、分割対象の各々の母線に接続されていた電気機器を、前側のページに残る機器と次のページに移

動する機器とに選別する。分割対象の各々の母線オブジェクトから、次のページに移動する機器オブジェクトの登録を削除すると共に、次のページ用の対応する母線に登録する。次のページ用の母線オブジェクトは、分割対象の母線の上に接続されている電気機器あるいはSLDオブジェクトに登録する。

【0744】図54の例では、母線 γ に対して母線 δ のオブジェクトが作成され、遮断器 n 以降の遮断器オブジェクトが母線 γ のオブジェクトの登録から削除されると共に、母線 δ のオブジェクトに登録される。更に、母線 δ オブジェクトはSLDオブジェクトに登録される(図55参照)。

【0745】図56の例では、母線 γ に対して母線 δ のオブジェクトが作成され、遮断器 n よりも後に登録されていた遮断器オブジェクトが母線 γ のオブジェクトの登録から削除されると共に、母線 δ オブジェクトに登録される。更に、母線 δ オブジェクトはSLDオブジェクトに登録される(図57参照)。また、母線 α に対して母線 β のオブジェクトが作成され、ドライブ装置A以降のドライブ装置オブジェクトが母線 α のオブジェクトの登録から削除されると共に、母線 β オブジェクトに登録される。更に、母線 β オブジェクトはトランス i オブジェクトに登録される(図57参照)。

【0746】＜呼び合い番号の作成＞電気的には同一の母線であることを示す呼び合い番号“from”と呼び合い番号“to”とを作成して、分割対象の母線と新たに作成した母線とに接続する(図58のステップS310)。図54の例では、母線 γ に呼び合い番号“from (Cmf1)”、母線 δ に呼び合い番号“to (Cmt1)”を接続する。また、図56の例では、母線 γ に呼び合い番号“from (Cmf1)”、母線 δ に呼び合い番号“to (Cmt1)”を接続し、母線 α に呼び合い番号“from (Cmf2)”、母線 β に呼び合い番号“to (Cmt2)”を接続する。

【0747】呼び合い番号は、対応し合う呼び合い番号“from”と呼び合い番号“to”とを十分に特定できるものであれば良い。例えば、文字や数字等を用いて対応し合うもの同士で同じ番号を付与するのも良い。

【0748】＜移動対象の特定＞ページ分割に伴い、次のページ以降に移動する機器を特定する(図58のステップS311)。ページ分割を行った段にある電気機器の図形で、分割位置よりも右にある、すなわち、分割位置の x 座標よりも、図形位置の x 座標が大きいものを移動対象とする。図54の例では、モータCよりも右側にある電気機器の図形はすべて、そして、新たに作成した母線 δ 及び呼び合い番号“to (Cmt1)”は次のページに移動する対象となる。

【0749】図56の例では、ドライブ装置Bよりも右側にある電気機器の図形はすべて、そして、新たに作成した母線 β 、母線 δ 、呼び合い番号“to (Cmt1)”及び呼び合い番号“to (Cmt2)”は次のページに移動する対

象となる。

【0750】＜各機器の配置＞各機器を配置する(図58のステップS312)。

【0751】各機器の配置には幾つかの手法ある。例えば、SLDの“10Callout”を用いてページ分割を行った段について機器配置を行っても良いし、次の手順で行うのも良い。

【0752】すなわち、まずはじめに呼び合い番号“to”を配置する。

【0753】次ページの書き出し位置に呼び合い番号“to (Cmt1、Cmt2)”を配置する。

【0754】次に、移動距離Dを算出する。

【0755】呼び合い番号“to”の接続点の座標と機器Aの座標の差を取り、移動距離Dとする。

【0756】次に、母線を配置する。

【0757】呼び合い番号“to”の接続点の座標を始点、分割対象の母線の終点に移動距離Dを加えた座標を終点として新しく作成した母線を配置する。分割対象の母線は、終点の x 座標を分割点の x 座標に修正する。図54の例の場合、母線 γ の終点に移動距離Dを加えた x 座標の値が母線 δ の終点の x 座標となる。

【0758】図56の例の場合、母線 γ の終点に移動距離Dを加えた x 座標の値が母線 δ の終点の x 座標となり、母線 α の終点に移動距離Dを加えた x 座標の値が母線 β の終点の x 座標となる。

【0759】そして、残りの図形を移動する。既に配置済みの、呼び合い番号“to (Cmt1、Cmt2)”及び母線 β 、 δ を除いた移動対象の機器図形を、全て移動距離Dだけ右に移動する。ここで、機器Aよりも右方向に、既に、改ページを行った部分があれば、その部分が、ページの所定の位置になるように移動距離を調整する。調整後は、調整後の移動距離を用いて、それよりも右方向にある図形を移動する。

【0760】そして、リスト書き出しをする。

【0761】設計された電気システムに用いられた電気機器及びその仕様のリスト作成(部品表、仕様表の作成)を、自動化するリスト作成手段を本システムは備えている。このリスト作成手段について説明する。

【0762】リストの出力においては、電気機器を種別に抽出した後にソート(並び替え処理)して出力する。出力される内容には、仕様情報のほかに単線結線図の結線情報など設計作業により付加された情報を含めるのも良い。ソートのための規則は幾つかあるが、例えば、設計において各機器に付与した項番に基づいてソートするのも良い。また、単線結線図上の電気機器の位置に基づいてソートするのも良い。

【0763】リスト作成する手段である設計結果調整部20のリスト書き出し部は、設計された結果を出力すると共に、入力された情報に対して設計作業により付加された情報や、変更された情報があれば、再度、リスト形

式に出力する。設計作業中に変更された情報を、入力データに反映する作業を自動化することで、設計結果の一貫性保持の効率化及び、品質等の向上ができる。

【0764】設備増設や設計変更をリストからやり直すときにも、設計作業において得られた情報をリストに出力し、必要に応じてリストを編集した後に、この情報を推論部が利用することで、前回までの設計情報を復元することが出来るので、設計作業の重複が避けられ、電気システム設計作業のサイクルを効率的に繰り返すことが出来る。

【0765】図59、図61、図62は、設計した電気システムの一例としてのモータリストを表わしており、図60は所望のグループのモータを別のグループの所望位置に画面上で、移動操作する負荷移動の編集を操作することにより、モータ及びドライブ装置の移動をした場合での単線結線図例を表わして、図60(a)は変更前の画面、図60(b)は変更後の画面表示例である。すなわち、図60(a)、(b)の図とも、モータ、ドライブ装置、低圧母線、遮断器、高圧母線を用いた単線結線図の例であって、(a)の図は負荷移動前であり、マウスカーソルをグループβにおける項番“2310”のモータ負荷シンボルに位置合わせした上でクリックするとそのモータ負荷が選択された状態になり、ついでこの選択されたモータ負荷をグループαの項番“2304”のモータ負荷位置後段に移動させる指示を与えるべく、マウスカーソルを当該項番“2304”のモータ負荷位置に合わせた状態を示している。図60における(b)の図は負荷移動後の単線結線図を表わしている。グループβにおける項番“2310”のモータ負荷シンボルはグループαの項番“2304”のモータ負荷位置後段に移動されている。

【0766】図63は、リスト書き出しの手順を表わしている。この手順を図59から図62を用いて説明する。以下の説明では、各図が次のように関連しているものとして説明する。

【0767】すなわち、図59のモータリストを入力として、図60(a)の単線結線図が作成されたとき、座標によるソートを行っても、項番によるソートを行っても、図61のモータリストが出力される。図60(b)の単線結線図になるように負荷移動を行った場合、座標によるソートを行うと図62のモータリストが出力される。

【0768】処理手順を説明する。まず、はじめにリスト出力する対象の機器の選択をする(図63のステップS321)。本実施例では、負荷(モータ)を選択した場合を例にしている。

【0769】次に、出力形式の選択、すなわち、出力する機器、発注元からの要請等から必要に応じて出力形式を選択する(図63のステップS322)。出力形式から電気機器の仕様情報としてどの属性値を出力するかを

判定するのも良い。本実施例では、入力として用いているモータリストと同じ形式を選択したものとする。図59の入力のモータリストには、電流値の記載が無いが、本実施例では、設計作業において電流値の算出が行われているので、電流値も仕様情報として出力するのも良い。

【0770】ついで、出力対象の機器オブジェクトを検索する(図63のステップS323)。本実施例では、電気機器のオブジェクトの中から、モータオブジェクトを検索する。

【0771】次に、機器オブジェクトをソートし(図63のステップS324)、機器オブジェクトの仕様情報をマージする(図63のステップS325)。このマージは必要に応じて行うものとする。マージは例えば、同一の項番のオブジェクトの仕様をマージすると云うやり方を採用するのも良い。本実施例の項番“2232”のモータは、モータオブジェクトを作成する段階で3つのオブジェクトに分解されている。分解される際に、数量(6, 8, 11)及び付属品及び備考の記載内容(1:N_6+8+11)を分離(1:N_6、1:N_8、1:N_11)している。設計作業中に、元々の入力データに対して変更(例えば、モータ台数編成を8台、8台、9台に変更)が成された場合に、オブジェクトの情報から合成(1:N_8+8+9)することで出力時にモータリストを更新することが出来る。

【0772】尚、機器オブジェクトのソートにあたって、利用可能なソートのための規則は幾つかあるのでいずれを利用しても良いが、例えば、設計中に各機器に付与した項番に基づいてソートするのも良く(図61)、また、単線結線図上の電気機器の位置に基づいてソートするのも良い(図62)。

【0773】機器オブジェクト情報のマージが終わったならば、次にリスト出力をすることになるが、それには図面情報のフィードバックをする場合としない場合で処理が異なる。

【0774】図面情報のフィードバックをする場合には、フィードバック付きリスト出力をすることになり(図63のステップS326、S327)、この場合、ソートされた順番に、各々の電気機器オブジェクトから仕様情報を抽出し、出力形式に沿って出力する。出力内容に図面情報をフィードバックする場合は、電気機器の仕様情報に加えて、予め定められた形式あるいは記号を用いて出力する。

【0775】例えば、図60の単線結線図における母線αと母線βとの境をモータリストにフィードバックする場合、項番“2307”のモータの付属品及び備考欄に“Ne αGr”なる文字情報を記載するののも一つの方法である(図61及び図62参照)。このようにすることで、新たなグループでの境界位置がわかり、出力されたモータリストを用いて再び電気システムを設計した場合、この

“NewGr”なる文字情報を手掛かりに変更された位置を知って、前回の設計における変更の決定を、今回の設計当初から反映させて設計を進めることが出来るようになる。

【0776】一方、図面情報のフィードバックをしない場合でのリスト出力は、ソートされた順番に、各々の電気機器オブジェクトから仕様情報を抽出し、出力形式に沿って出力する（図63のステップS326、S328）。この場合は、仕様情報以外の情報は出力しない。例えば、図61及び図62の項番“2307”の「モータの付属品及び備考」欄の文字情報“NewGr”を含まない出力となる。

【0777】以上、詳述したように本発明は、各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて用いられるリソースを特定するに必要な仕様情報を提供する仕様情報提供手段と、リソース相互の可能な接続関係とを表わす成果物モデルを提供する成果物モデル提供手段と、業務において必要とするリソース選択知識とリソース仕様決定知識が業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベースと、業務対象の遂行に必要な情報であって、知識ベース上の知識から導出できない必要情報を提供するパラメータ提供手段と、前記仕様情報、前記パラメータおよび前記成果物モデルと前記知識連想ネット形式の知識ベースとを用いて前記パラメータで特定される対象業務で必要な要素と関係とを求めると共に、これらの情報から業務対象の目的物を生成して成果として得る推論部と、推論部により得られた業務の成果物に対して、少なくともユーザの指示に基づき、再処理を実施させるべく制御すると共に、その結果に基づき、成果物に対する必要な調整作業を施す成果物調整部とを具備することを特徴とする。

【0778】また、電気機器を特定するに必要な仕様情報を提供する仕様情報提供手段と、電気機器相互の可能な接続関係を表わす電気機器モデル情報を提供するモデル情報提供手段と、電気システム設計業務において必要とする機器選択知識と機器仕様決定知識が業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベースと、設計対象の電気システムの設計に必要な情報であって、設計上の知識から導出できない必要情報を提供するパラメータ提供手段と、前記仕様情報、前記パラメータおよび前記電気機器モデルと前記知識連想ネット形式の知識ベースとを用いて前記パラメータで特定される設計対象の電気システムで必要な構成要素と接続関係を求めると共に、これらの情報から図面を生成して電気システム設計結果として得る推論部と、推論部により得られた電気システム設計結果に対し、少なくともユーザの変更指示に基づき、再設計させるべく制御すると共に、その結果に基づき電気システム設計結果に対する必要な調整作業を施す設計結果

調整手段とを具備することを特徴とする。更には、推論部の電気システム設計結果は出力形式が、少なくとも単線結線図であり、設計結果調整手段は必要に応じて、電気システムに用いられた電気機器の仕様等をリスト形式に表した設備機器リストと仕様算出過程を解説する計算書出力する構成であることを特徴とする。また、設計結果調整手段は、設計過程あるいは電気機器の仕様バランスを解説する計算書を作成する機能を具備することを特徴とする。

【0779】すなわち、実施しようとするサービス業務あるいはエンジニアリング業務例えば、電気システムの設計業務に関する基本情報をパラメータとして与え、業務を実施させると、推論部は仕様情報と、成果物モデル（電気システムの場合は電気機器モデル）と、知識連想ネット形式の知識ベースを用いて対象業務で必要な要素と関係とを求めると共に、これらの情報から業務対象の目的物（電気システムの場合は電気機器のシステムの設計情報）を生成して成果として得る。また、成果物調整部は推論部により得られた業務の成果物に対して、少なくともユーザの指示に基づき、再処理を実施させるべく制御すると共に、その結果に基づき、成果物に対する必要な調整作業を施す。

【0780】従って、対象業務を電気システムの設計とすれば、電気機器の選定と仕様決定と接続関係導出の自動化、単線結線図の自動生成、設計結果を解説する計算書の自動生成、代替案、設備変更、仕様変更等の変化に即応する再設計を含む設計結果調整等の手段を提供できるようになる。

【0781】また、選定された電気機器とその仕様と電気機器間の電氣的な接続関係と図形データ等が単線結線図のデータ表現上に一元管理される電気機器モデルを提供することができる。

【0782】従って、各種エンジニアリング業務、サービス業務などにおいて必要とされる業務知識が、業務遂行の場において連想される過程或いは連想構造をモデル化した知識連想ネット形式の知識ベースをもちいて、業務の自動化及び成果物の調整作業を自動化することができ、特に電気システム設計業務では、電気機器の選択、仕様決定、単線結線図作成、図面編集、設備機器リスト作成、計算書作成を自動化する支援装置が得られる。

【0783】なお、実施形態に記載した本発明の手法は、コンピュータに実行させることのできるプログラムとして、磁気ディスク（フロッピーディスク、ハードディスクなど）、光ディスク（CD-ROM、DVDなど）、半導体メモリなどの記録媒体に格納して頒布することもできる。

【0784】

【発明の効果】以上、詳述したように本発明によれば、電気システム設計に要する時間が大幅に削減されるようになり、また、知識連想テーブル形式の知識ベース或い

は知識連想ネット形式の知識ベースを設計者間でやり取りすることで、業務知識の共有がなされるようになり、これに伴い、経験の浅い業務担当者に対する教育が効率化され、経験の浅い業務担当者を教育するために割かれていたベテラン業務担当者の時間を削減できる支援装置が得られるようになる。

【0785】また、知識連想テーブル形式の知識ベースを用いることで、従来の知識ベース構造では難しかった、ユーザレベルでの知識ベースの構築及びメンテナンスが可能になる。

【0786】また、作成過程で用いた各種パラメータや中間データ等も図面データ内に有し、これらを用いて、図面データを読み込むと即時に推論が可能になる。

【0787】更には、設計作業における仕様再計算及び図面編集作業等の自動化により、設計変更及び代替案の作成にかかる多大な時間を節約できる。例えば、母線を分割する作業には、母線に接続される電気機器のグループ分けから始まり、各電気機器グループに電源を供給する上位電気設備の再設計等の様々な作業を伴うが、本発明によれば、こうした作業を自動化することで、電気システムの妥当性を保持しながら様々な設計案を試すことが出来る。

【0788】また、ケアレスミスが解消され、設計成果である単線結線図及び設備機器リストの品質が向上する。

【0789】また、電気システム設計支援装置内でのデータを一元管理することで、一度入力したデータを再び入れる必要が無くなる。

【0790】また、設計された結果を出力すると共に、入力された情報に対して設計作業により付加された情報や、変更された情報があれば、再度、リスト形式に出力する。設計作業中に変更された情報を、入力データに反映する作業を自動化することで、設計結果の一貫性保持の効率化及び、品質等の向上ができる。

【0791】更には、設備増設や設計変更をリストからやり直すときにも、設計作業において得られた情報をリストに出力し、必要に応じてリストを編集した後に、この情報を推論部が利用することで、前回までの設計情報を復元することが出来るので、設計作業の重複が避けられ、電気システム設計における作業のサイクルを効率的に繰り返すことが出来る。

【0792】また本発明装置によれば、設計者が異なっても、同程度の品質で同様の作図スタイルの単線結線図および設備機器リストが作成されるようになる。そして、業務成果物の作成過程を解説する解説書（計算書）を出力することで、過去に行われた業務のリエンジニアリング効率の向上を図ることが出来るようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における業務支援装置の構成例を示す概略構

成ブロック図。

【図2】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における電気システム設計支援装置の構成例を示す概略構成ブロック図。

【図3】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における入力パラメータの例を示す図。

【図4】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における負荷（モータ）リストの例を示す図。

【図5】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における電気システム設計支援装置での出力例としての単線結線図。

【図6】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における計算書例を示す図。

【図7】本発明を説明するための図であって、本発明装置で使用する電気機器モデルの一例を示す図。

【図8】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における『負荷率』、『稼働率』、『平均稼働率』の対象例を示す図。

【図9】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における電気機器モデルの機器オブジェクトとそれらの間での接続関係の例を示す図。

【図10】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における知識連想ネットの基本構成例を示す図。

【図11】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるドライブ装置選択知識の構成例を示す図。

【図12】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるドライブ装置選択知識の例を示す図。

【図13】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるCPE仕様決定知識の例を示す図。

【図14】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における知識コンパイルの手順例を示すフローチャート。

【図15】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるモータに関する知識連想ネットの例を示す図。

【図16】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるドライブ装置に関する知識ネットの例を示す図。

【図17】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における電気システム自動設計手順の例を示すフローチャート。

【図18】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における電気システム自動設計手順の例を示すフローチャート。

【図19】本発明を説明するための図であって、本発明

の一実施形態における図面自動生成過程の例を示す図。

【図20】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における図面自動レイアウト結果の例を示す図。

【図21】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における図面作成時でのLSDオブジェクトにおけるレイアウト手順例を示すフローチャート。

【図22】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における図面作成時でのLSDオブジェクトにおけるローカルレイアウト手順例を示すフローチャート。

【図23】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における図面作成時での母線レイアウト手順例を示すフローチャート。

【図24】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における図面作成時での母線の真下にある機器Aのレイアウト手順例を示すフローチャート。

【図25】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における図面作成時での母線の真下でない機器Bのレイアウト手順例を示すフローチャート。

【図26】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における呼び合い番号fromのレイアウト手順例を示すフローチャート。

【図27】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における呼び合い番号toのレイアウト手順例を示すフローチャート。

【図28】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における機器A及びBの距離を求めるメンバ関数“get_x_position”における処理手順例を示すフローチャート。

【図29】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるx差分を求めるメンバ関数である呼び合い番号“from”の“get_x_PoSiTion”（x差分）の手順を示すフローチャート。

【図30】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における母線のx差分を求めるメンバ関数“get_x_position”の手順を示すフローチャート。

【図31】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における得られた設計過程あるいは電気機器の仕様バランスを解説する計算書9A例を示す図。

【図32】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としてのSLDオブジェクトによる計算書作成手順を示すフローチャート。

【図33】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としての電気機器の計算書作成手順を示すフローチャート。

【図34】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としての余裕調整手順を示すフローチャート。

【図35】本発明を説明するための図であって、本発明

の一実施形態におけるドライブ装置稼働率の調整例を説明するための図。

【図36】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における母線の平均稼働率調整例を説明するための図。

【図37】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるトランス属性調整例を説明するための図。

【図38】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としての稼働率調整後の計算書の例を示す図。

【図39】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としての属性値調整後の計算書の例を示す図。

【図40】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としての母線分割の例を示す図。

【図41】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における母線分割による母線オブジェクトの変化の様子を示す図。

【図42】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としての母線分割手順を示すフローチャート。

【図43】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としての母線統合例を説明するための図。

【図44】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における母線統合による母線オブジェクトの変化の様子を示す図。

【図45】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における母線統合手順を示すフローチャート。

【図46】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における負荷移動例を説明するための図。

【図47】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態としての負荷移動による母線オブジェクトの変化の様子を示す図。

【図48】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における負荷移動手順を説明するための図。

【図49】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ挿入とページ削除の例を説明するための図。

【図50】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ挿追加とページ削除によるSLDオブジェクトの変化の様子を示す図。

【図51】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ挿自動配置の手順を示すフローチャート。

【図52】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ挿追加手順を示すフローチャート。

【図53】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ枠削除手順を示すフローチャート。

【図54】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ分割例を説明するための図。

【図55】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ分割によるSLDオブジェクトおよび母線オブジェクトの変化の例を示す図。

【図56】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ分割例を説明するための図。

【図57】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ分割によるSLDオブジェクトおよび母線オブジェクトの変化の例を示す図。

【図58】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態におけるページ分割手順を説明するための図。

【図59】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における入力の一モータリスト例を示す図。

【図60】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における負荷移動例を説明するための図。

【図61】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における出力の一モータリスト例を示す図。

【図62】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における出力の一モータリスト例を示す図。

【図63】本発明を説明するための図であって、本発明の一実施形態における設備機器リスト出力手順を説明するフローチャート。

【符号の説明】

- 1…推論部
- 2…成果物調整部
- 3…知識ベース
- 3A…電気機器モデル
- 3B…知識連想ネット形式知識ベース
- 4…知識エディタ
- 5…知識コンパイラ
- 7…成果物
- 7A…計算結果
- 8…成果物部品
- 8A…図形部品
- 9…解説書
- 9A…計算書
- 10…リソース目録
- 11…要求仕様
- 11A…負荷（モータ）リスト
- 12, 12A…入力パラメータ
- 13…知識連想テーブル形式知識ベース
- 20…設計結果調整部
- 30…知識連想ネット
- 100…演算処理装置
- 101…キーボードやマウスなどによる入力装置
- 102…表示装置（ディスプレイ）
- 103…XYプロッタやプリンタなどの印刷装置
- 104…大容量外部記憶装置
- 130…知識連想テーブル
- 130a, 130b, 130c…知識シート。

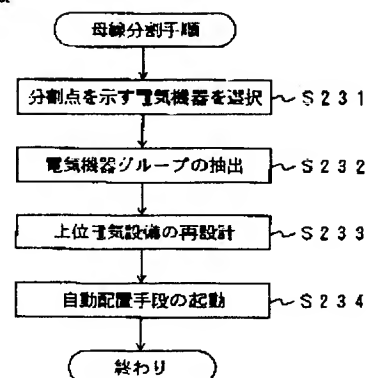
【図3】

入力パラメータの例

		デフォルト	メモ
会社名	東西鉄鋼		
設備名	RCM&型鋼設備		
特高母線電圧 (V)	11000	11000	
高圧母線電圧 (V)	3300	3300	
母線間接続	Yes	No	
周波数 (Hz)	50	50	50 or 60
ロードセンターの利用	Yes	Yes	
補機トランス容量の上限 (kVA)	2000	2000	
規格	IEC	IEC	IEC, NEMA, JIS
言語	J	J	J: 日本語, E: 英語
界磁トランスのグルーピング	No	No	Yes: する, No: しない

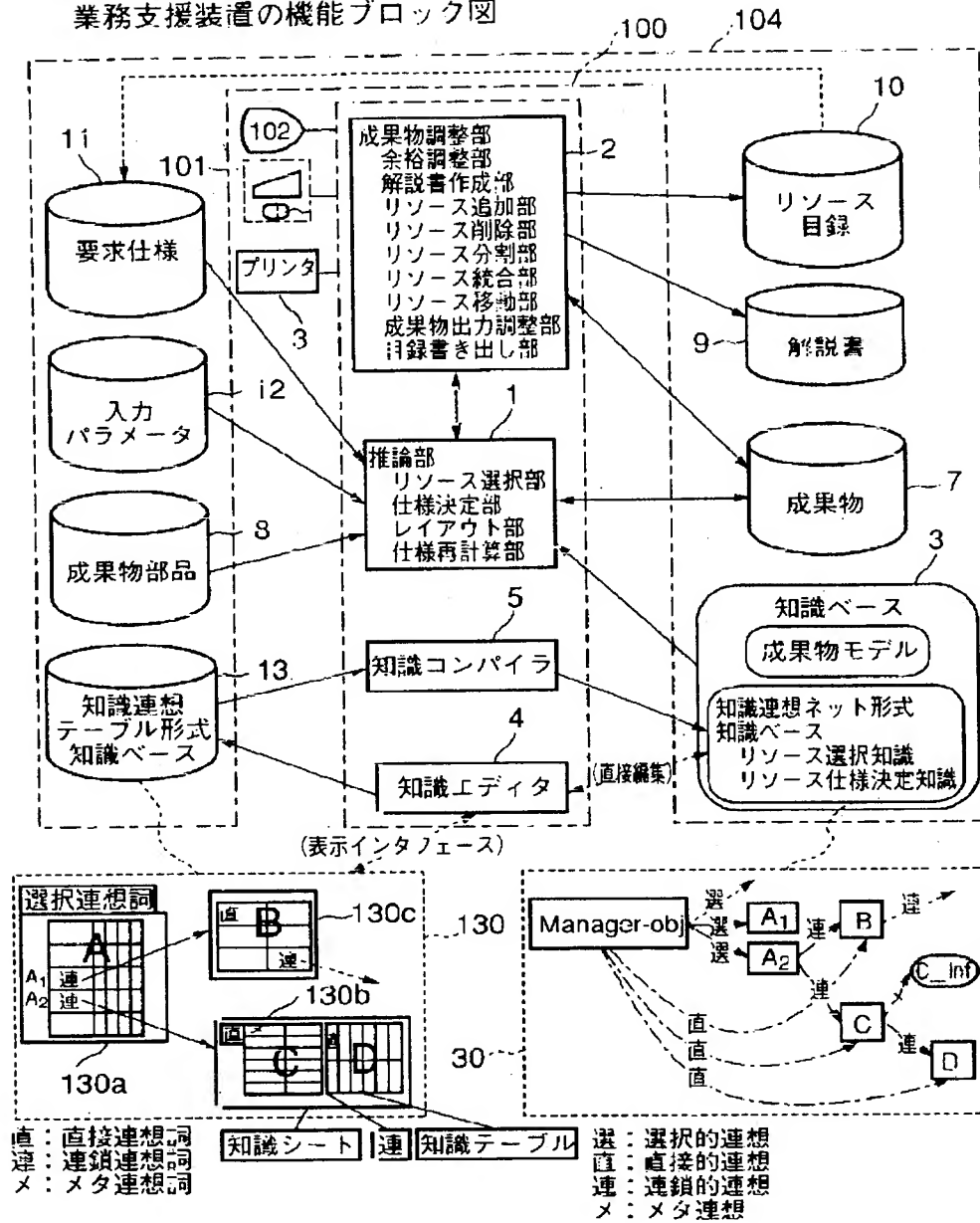
【図42】

母線分割手順



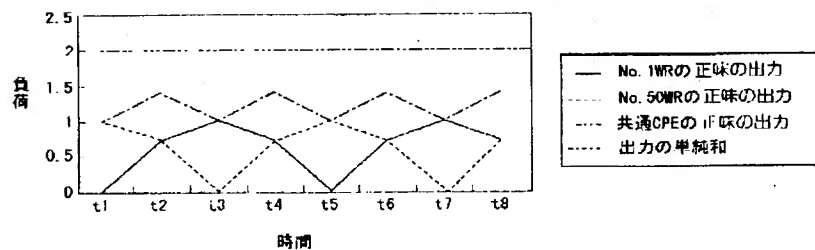
【図1】

業務支援装置の機能ブロック図



【図7】

モータ出力変動とCPE出力の変動



電気システム設計支援装置の機能ブロック図

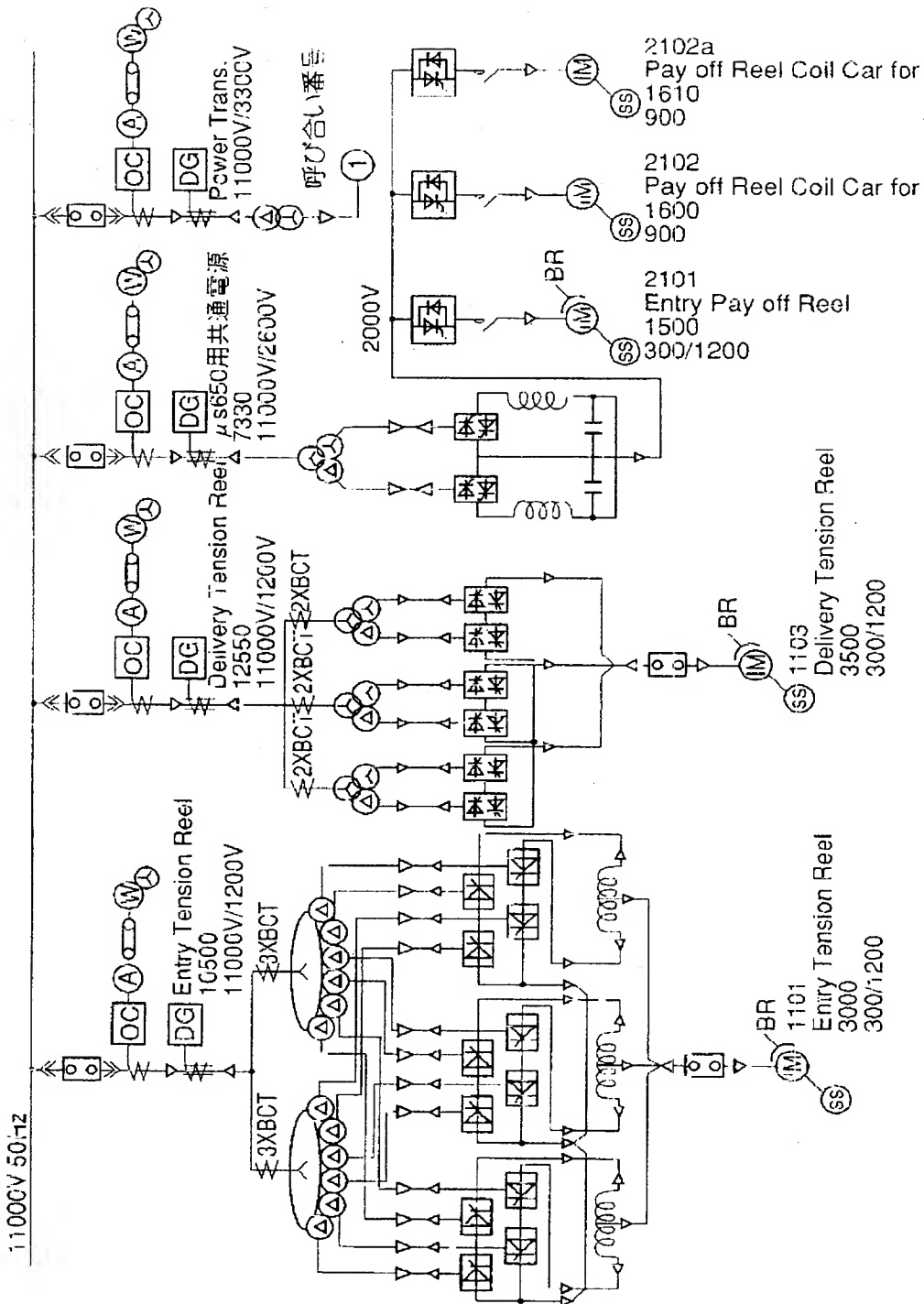


【図4】

負荷(モータ)リストの例

項番	用途/品名	数量	容量 [KW]	回転数 [RPM]	電圧 [V]	電流 [A]	巻線	定格	型式	制御	OVER LOAD	付属品(1 台当たり) 及び備考
1101	Entry Tension Reel	1	3000	300/1200	3200		CR	Cont.	TIKE-RCCPM	AC-WV (REV)	OL:200%-1min	1-SS 1-BR 2-KLIXON
1102	Main Poll Drive	1	5000	500/1500	3200		CR	Cont.	TIKE-PCCPM	AC-WV (REV)	OL:175%-1min	1-SS 2-KLIXON
2105	Entry Pay-off Reel	1	350	300/1200	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	1-SS 1-BR 2-KLIXON
2106	Pay off Reel Coil Car	1	7.5	900	400		CR	Cont.	KK-EXKBS	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	1-SS 1-BR
2232	Polier table in area1	25	3.7	1800	420		CR	Cont.	TEFC	AC-WV	OL:150%-1min	1-N.6+8+11

【図5】

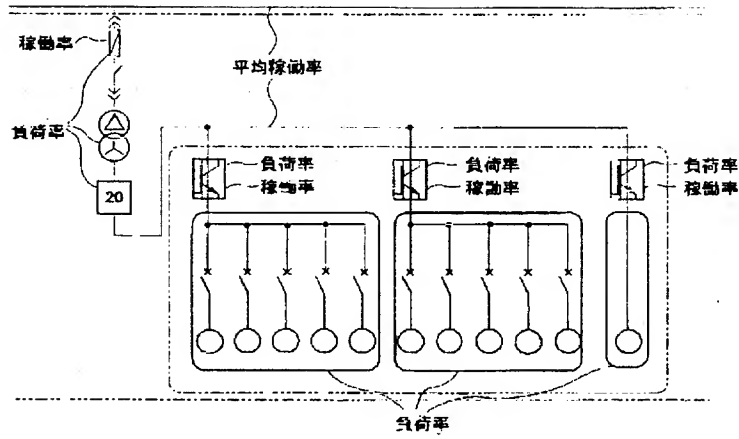


【図6】

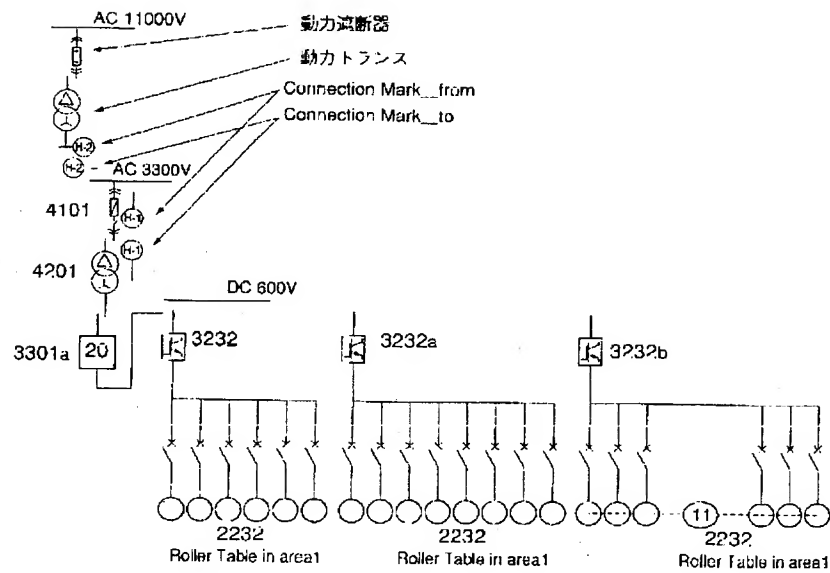
計算書の例

項番	遮断器/ トランス/ CPE/ 分電盤名称	台数	連続 稼働 率	定格 容量 (kVA/ kW)	定格連 続一次電 流 (A)	定格連 続電流 (A)	定格 ピーク 電流 (A)	連続 負荷 率	ピー ク負 荷率	合計正 味連続 電流 (A)	合計正 味ピー ク電流 (A)	平均 連続 稼働 率	平均 ピー ク稼 働率	項番	負荷名称	台数	連続 稼働 率	ピー ク稼 働率	トラ イ バ容量 (kVA)	ト ブ 連
6a	6b	6c	6d	6e	6f	6g	6h	6i	6j	6k	6l	6m	6n	6o	6p	6q	6r	6s	6t	

【図8】

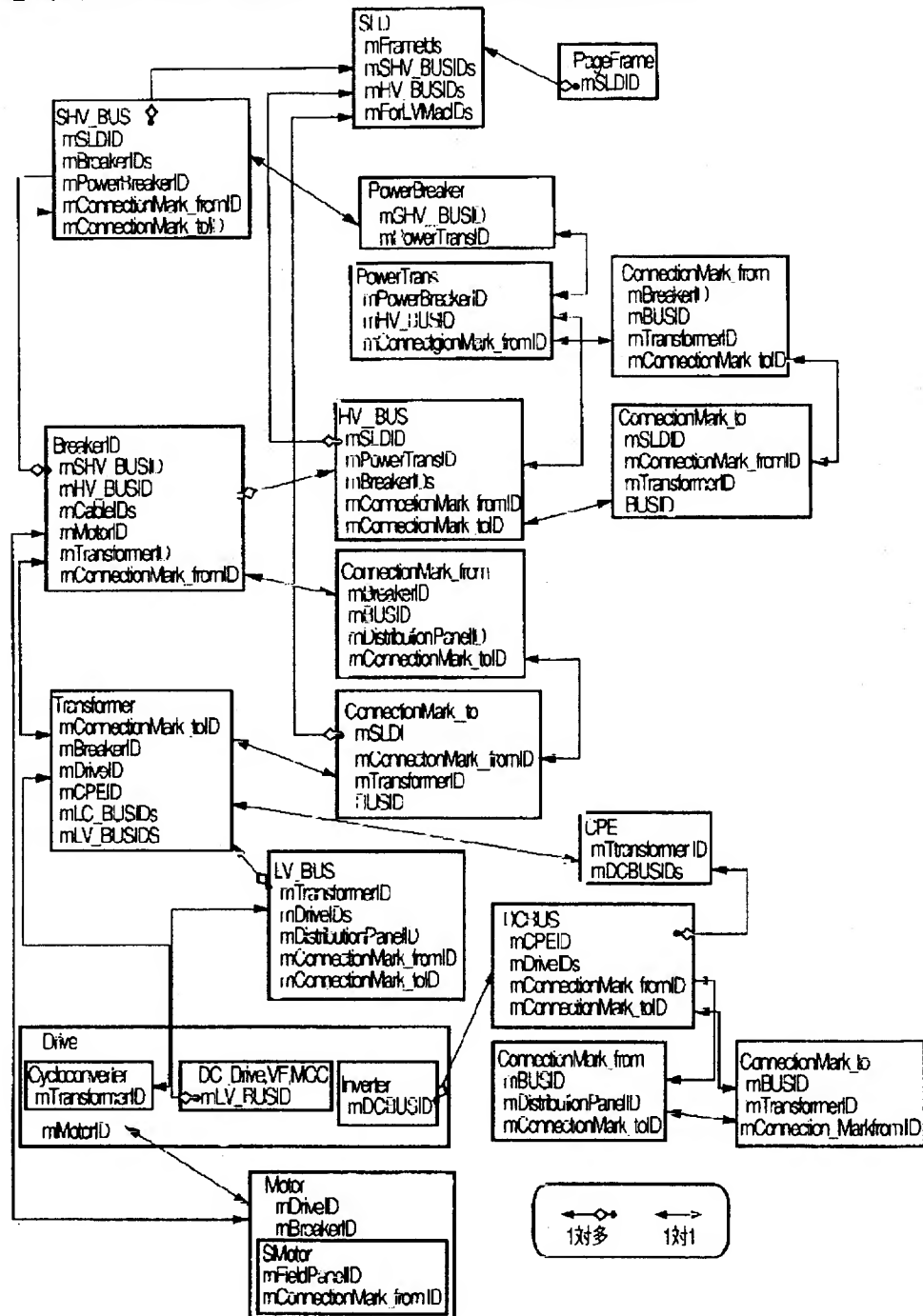


【図19】



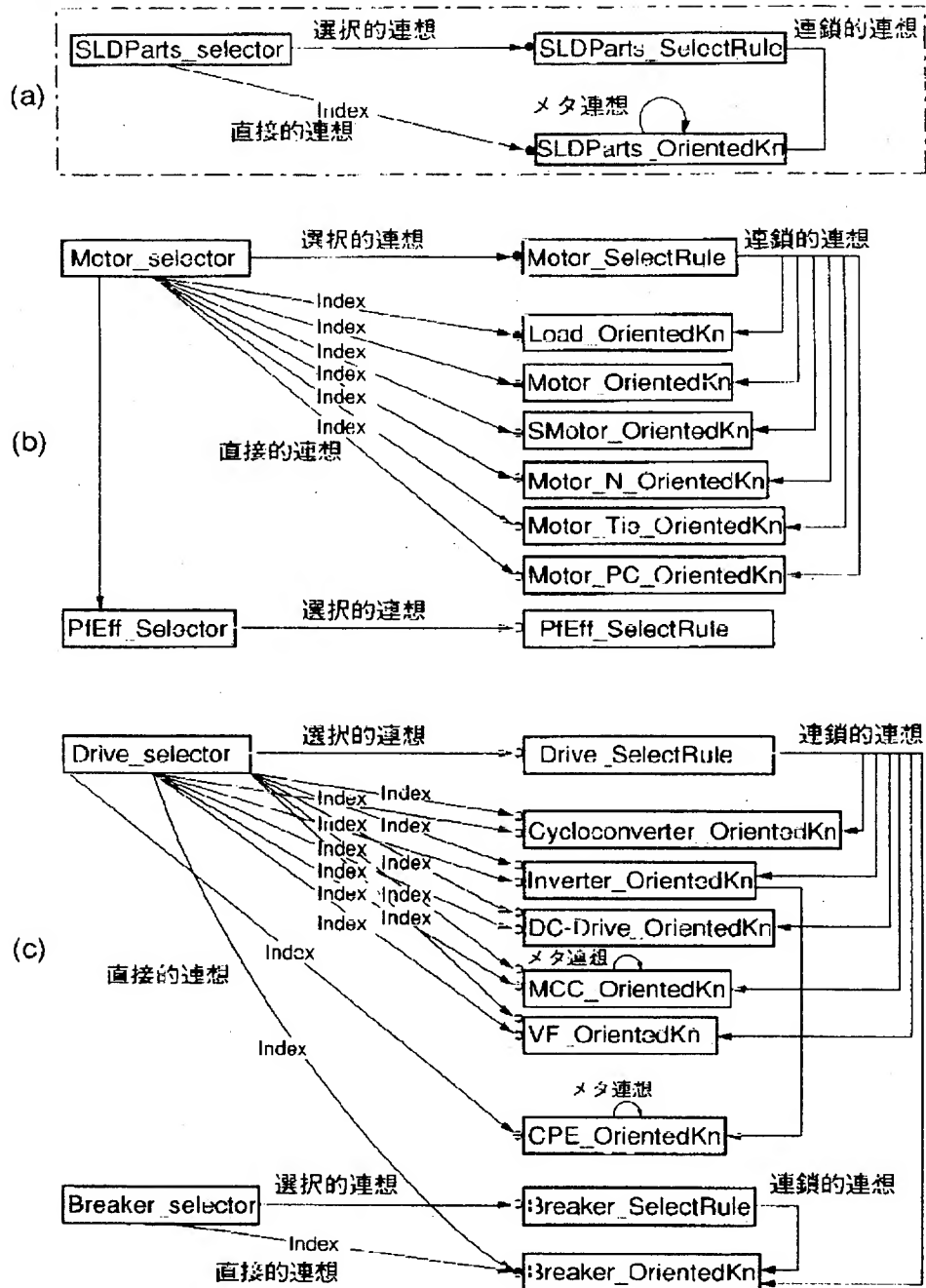
【図9】

電気機器モデルの機器オブジェクト間の接続関係の例



【図10】

知識連想ネットの基本構成の例



【図11】

ドライブ装置選定知識

ドライブ名 (選定詞)	制御	用途	制御 2 段目	モータ 容量下限 (kW)	モータ 容量上限 (kW)	モータ 電圧上限 (V)	付属品及び備考	メモ
TOSC YQLO- μ s850-IMCyc2	AC-VV			2000				IM and Cyclo
TOSC YQLO- μ s850-IMCyc1	AC-VV			2000		1800		IM and Cyclo
TOSC YQLO- μ s850-IMNCyc	AC-VV			2000			IM and No Cyclo	
TOSC YQLO- μ s850-SMCyc	AC-VV			2000			SM and Cyclo	
TOSC YQLO- μ s850-SMNCyc	AC-VV			2000			SM and No Cyclo	
TOSVERT- μ s650	AC-VV			1000	2000			
TOSVERT- μ s350	AC-VV			500	1000			
TOSVERT- μ s250	AC-VV				500			
VF-A5	AC-VV	fan Fan FAN pump Pump PUMP Fog Exhaust fog exhaust ボ ブ ファン			150			
LEOPACK- μ E	DC-VV							
MCC-REV	MCC		(REV)					
MCC-N-REV	MCC		(N-REV)					
QES	QES			150	3200			
MCCB	MCCB							
...		

ドライブ装置仕様決定知識の例

[illegible]

·特高：“SHV”、高圧：“HV”

【図 1 3】

C P E仕様決定知識の例

C P E種類/型式/図形部品名	用途	OL時間(sec.)	C P Eの容量選定 (オーバーロード10秒モード)										メモ
CPE	μs250用共通CPE	60	容量(kW)	電源周波数	150%-10sec連続	ピーク連続	…%-10sec連続	ピーク連続	…%-10sec連続	ピーク連続	…%-10sec連続	メモ	
TUSVERT-ps20			80	50Hz	…	…	…	…	…	…	…		
TUSVERT-ps20				60Hz	…	…	…	…	…	…	…		
			300	50Hz	…	…	…	…	…	…	…		
				60Hz	…	…	…	…	…	…	…		
				50Hz	…	…	…	…	…	…	…		
				60Hz	…	…	…	…	…	…	…		
				50Hz	…	…	…	…	…	…	…		
				60Hz	…	…	…	…	…	…	…		

C P Eの容量選定 (オーバーロード60秒モード)											
容量(kW)	電源周波数	150%-10sec連続	ピーク連続	…%-60sec連続	ピーク連続	…%-60sec連続	ピーク連続	…%-60sec連続	ピーク連続	…%-60sec連続	メモ
80	50Hz	155	230	…	…	…	…	…	…	…	
	60Hz	155	232	…	…	…	…	…	…	…	
300	50Hz	575	862.5	…	…	…	…	…	…	…	
	60Hz	580	870	…	…	…	…	…	…	…	
…	50Hz	…	…	…	…	…	…	…	…	…	
	60Hz	…	…	…	…	…	…	…	…	…	
…	50Hz	…	…	…	…	…	…	…	…	…	
	60Hz	…	…	…	…	…	…	…	…	…	

連続：定常直流電流(1dc)

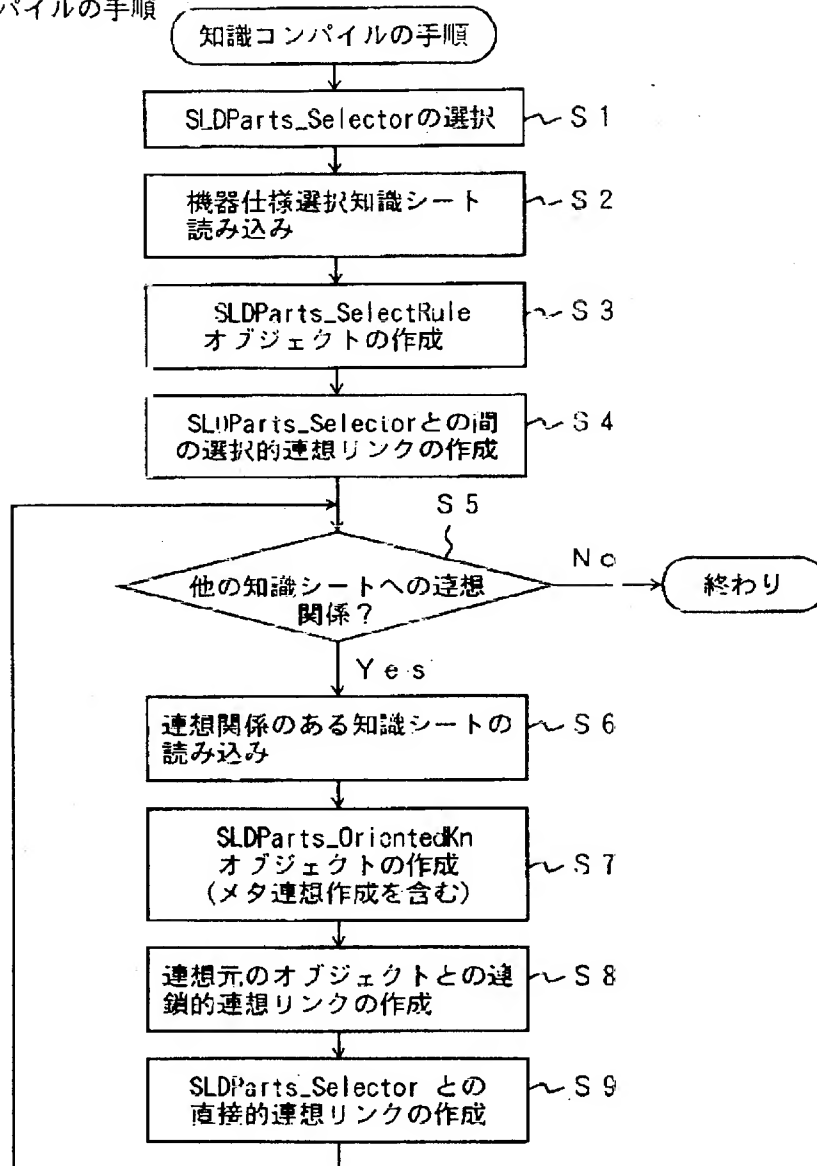
ピーク：ピーク直流電流(1pdc)

計算値が超えない最小の電流の組み合わせを探しそれに対応するC P E容量を選択する。

連続：定常直流電流(1dc)
ピーク：ピーク直流電流(1pdc)
・計算値が超えない最小の電流の組み合わせを
探しそれに対応するC P E容量を選択する。

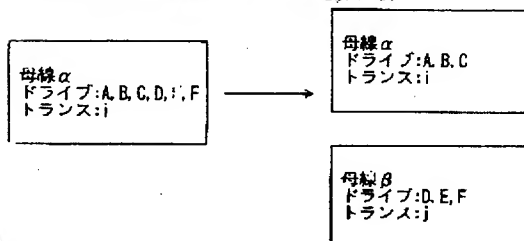
【図14】

知識コンパイルの手順



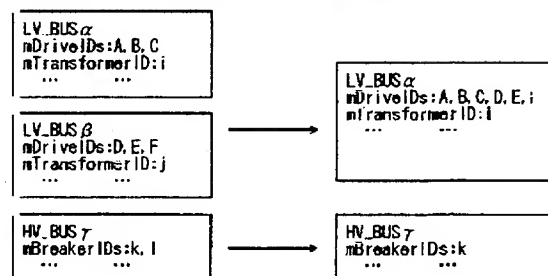
【図41】

母線分割による母線オブジェクトの変化の例



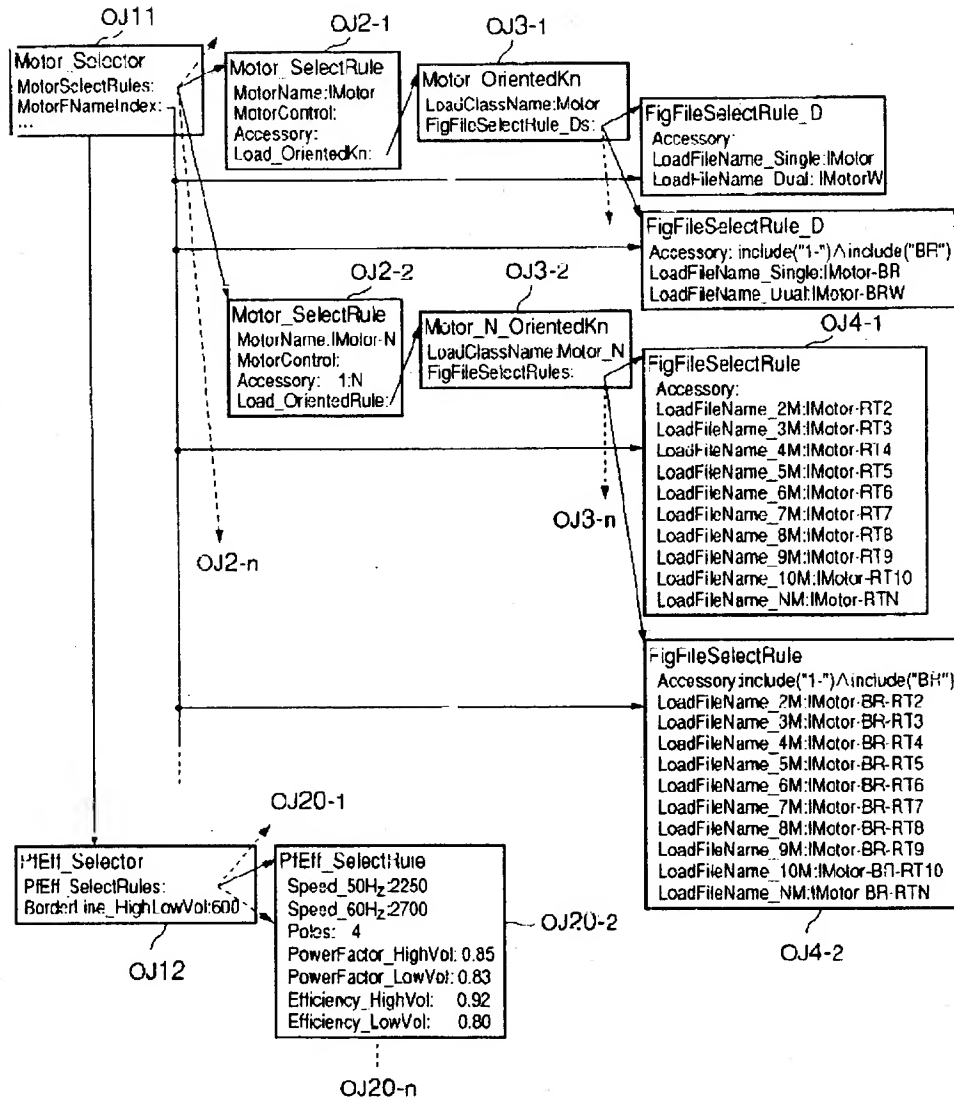
【図44】

母線統合による母線オブジェクトの変化の例



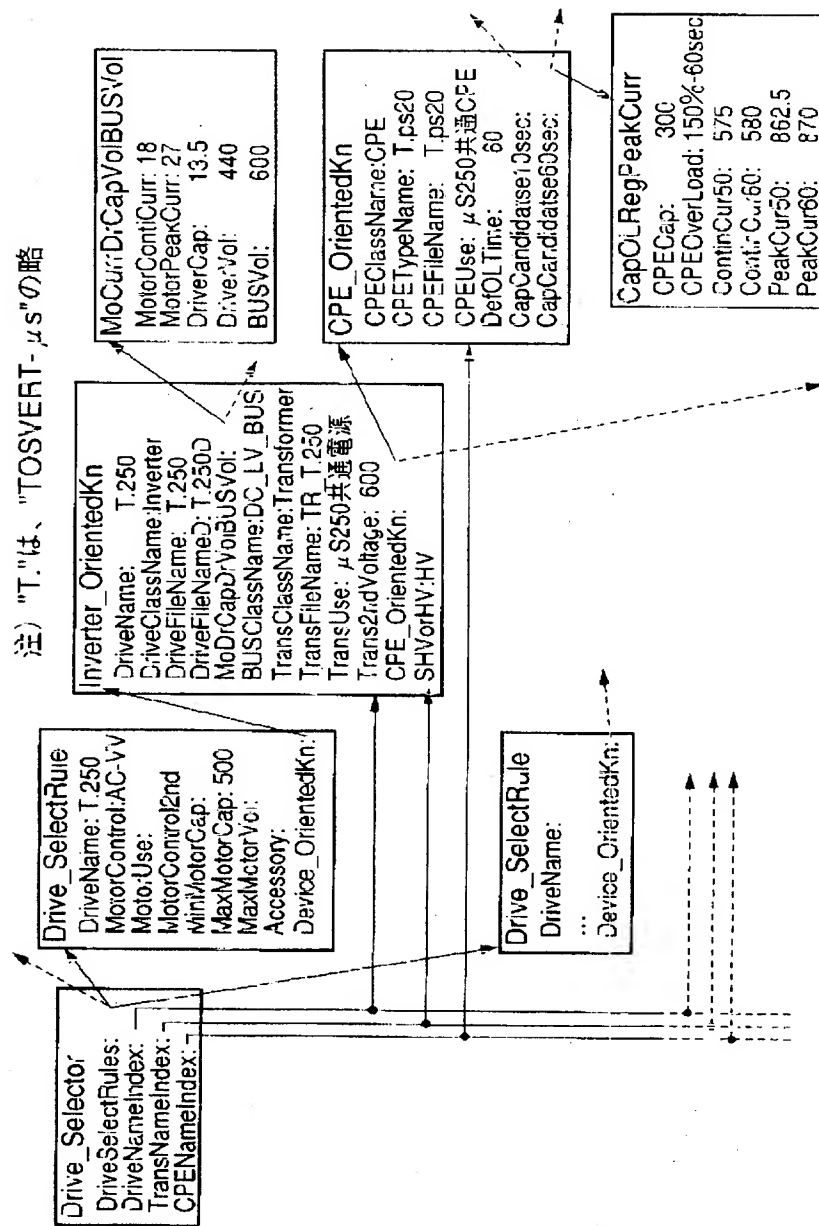
【図15】

モータに関する知識連鎖ネットの例



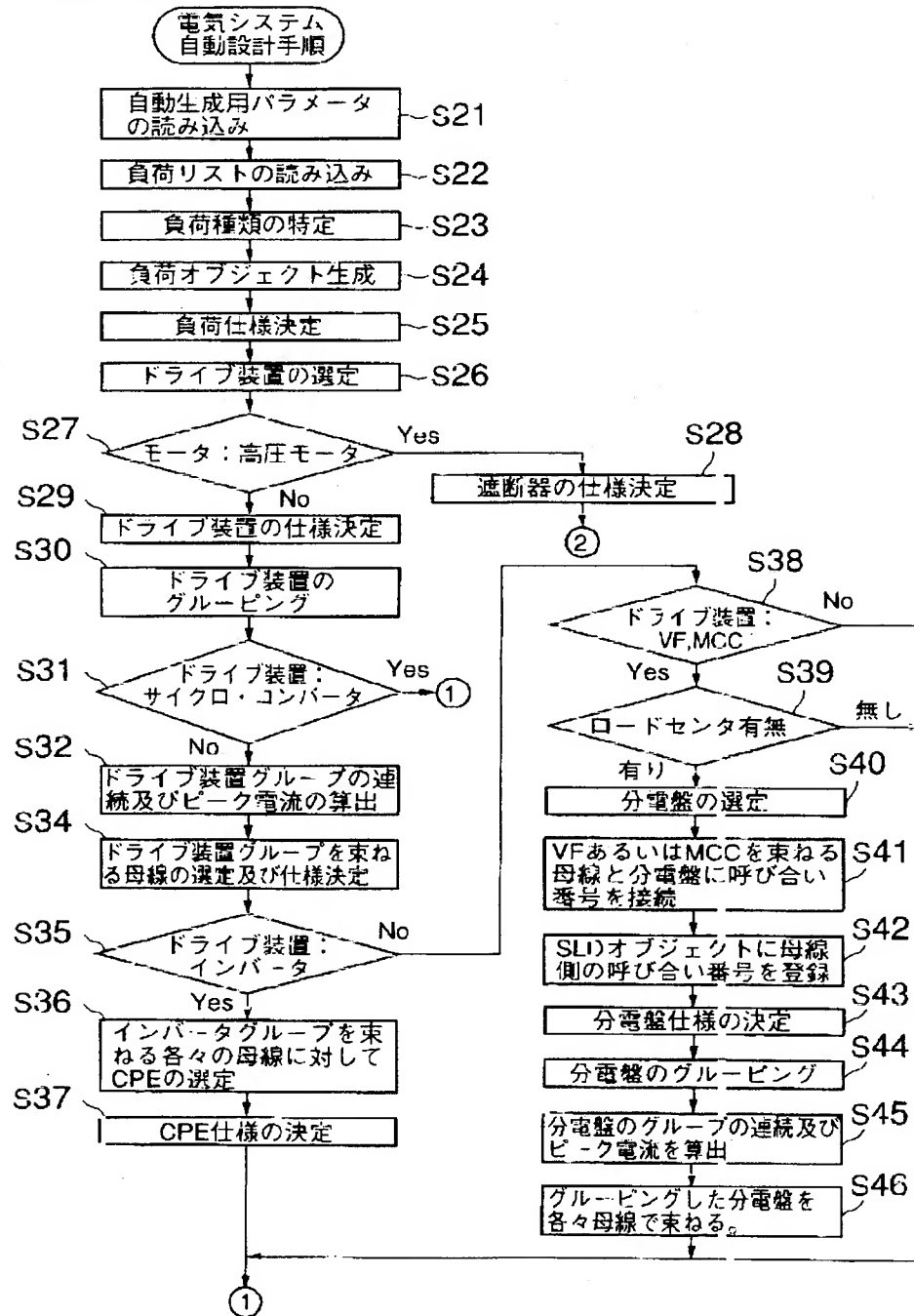
【図16】

ドライブ装置に関する知識連想ネットの例



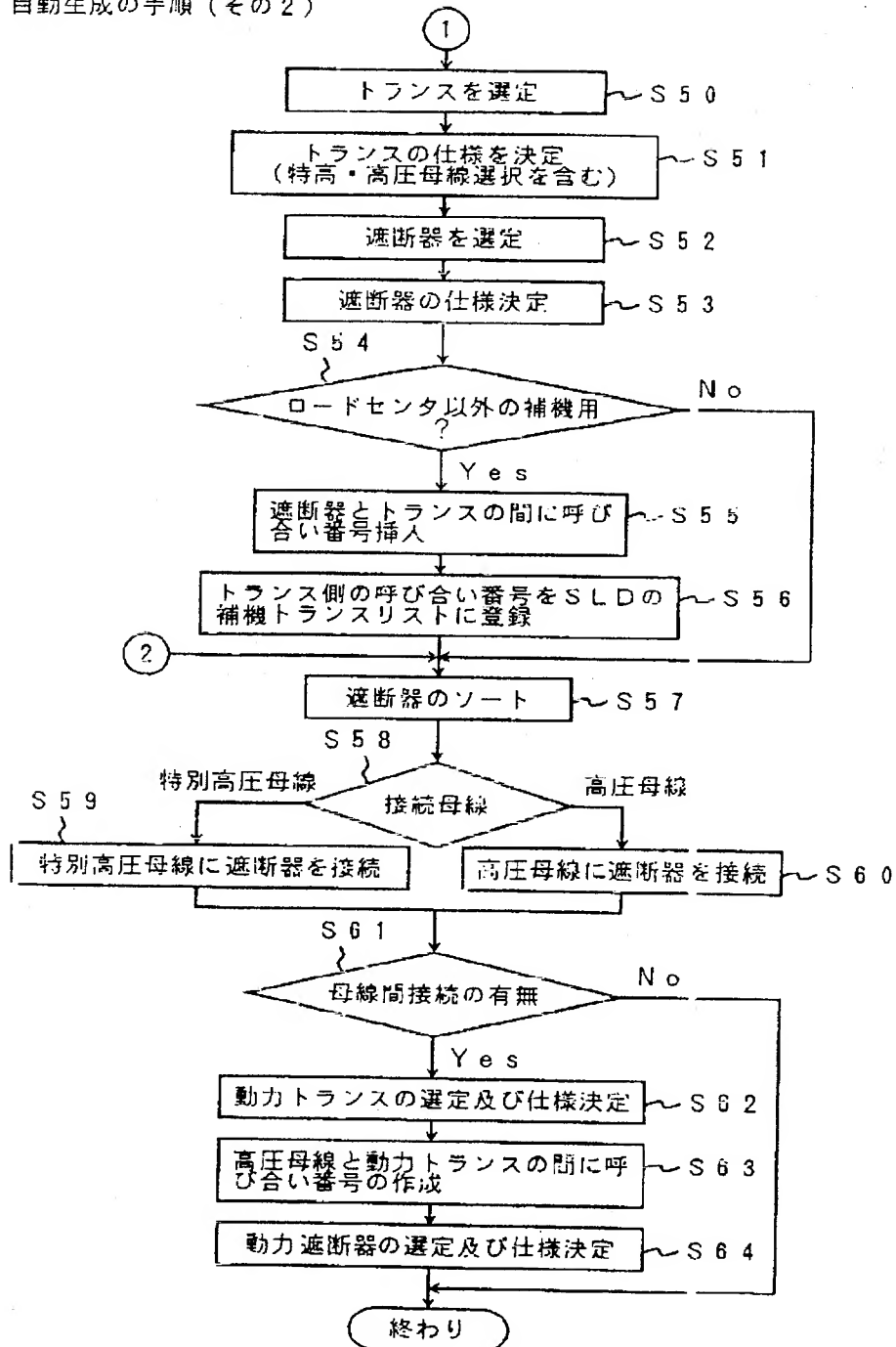
【図17】

自動生成の手順 (その1)



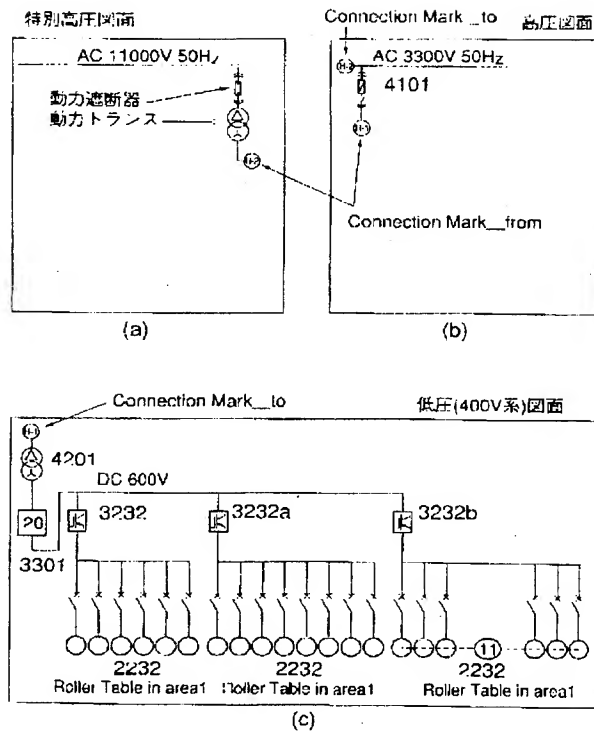
【図18】

自動生成の手順（その2）



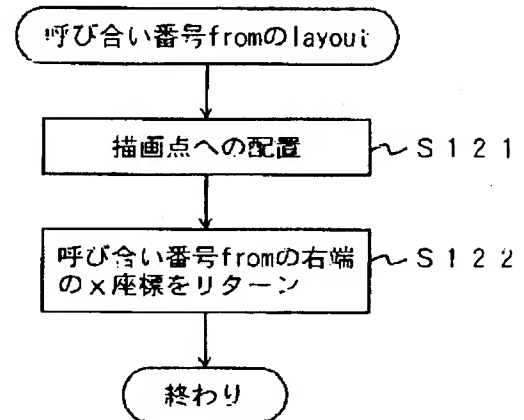
【図20】

自動レイアウト結果の例



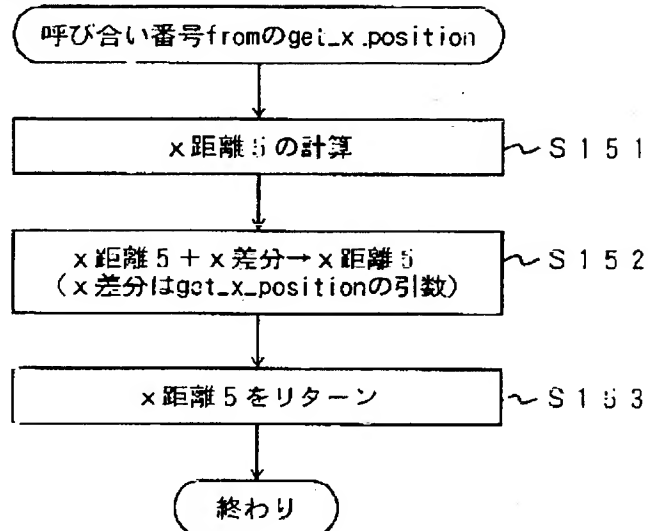
【図26】

呼び合い番号fromのlayout



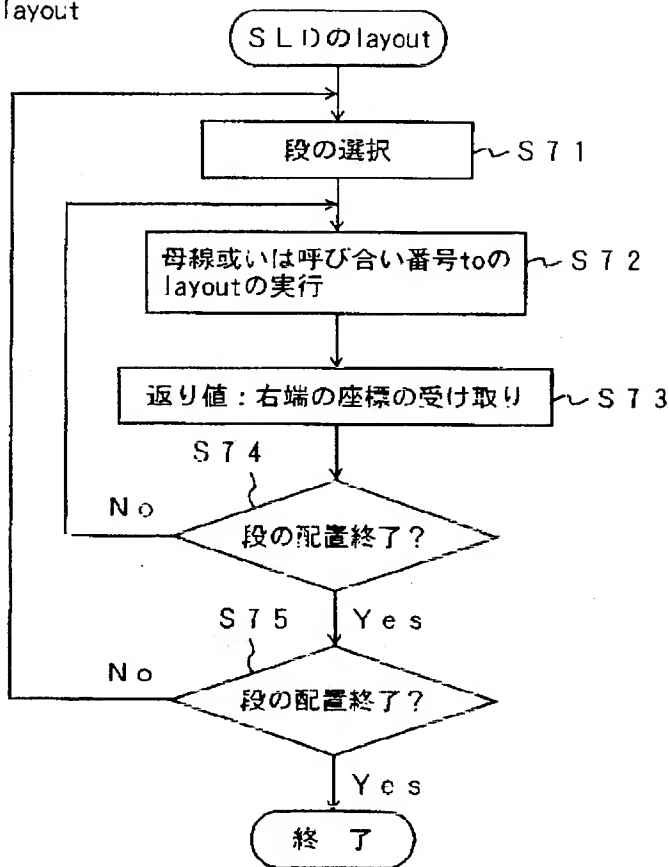
【図29】

呼び合い番号fromのget_x_position



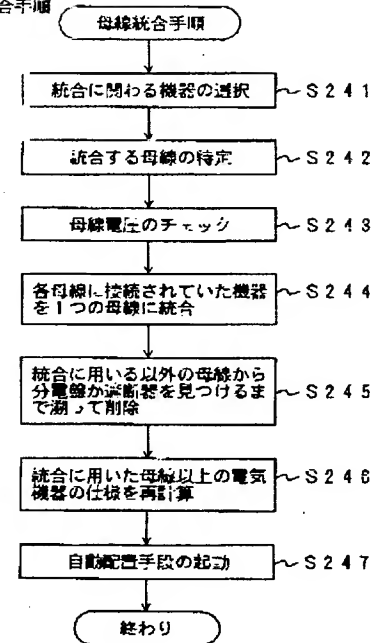
【図21】

SLDのlayout



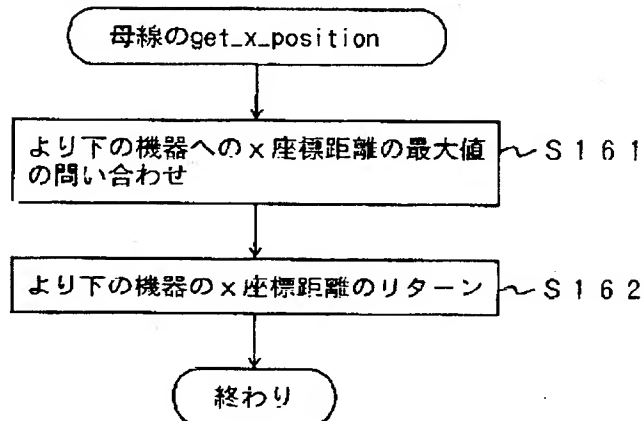
【図45】

母線統合手順



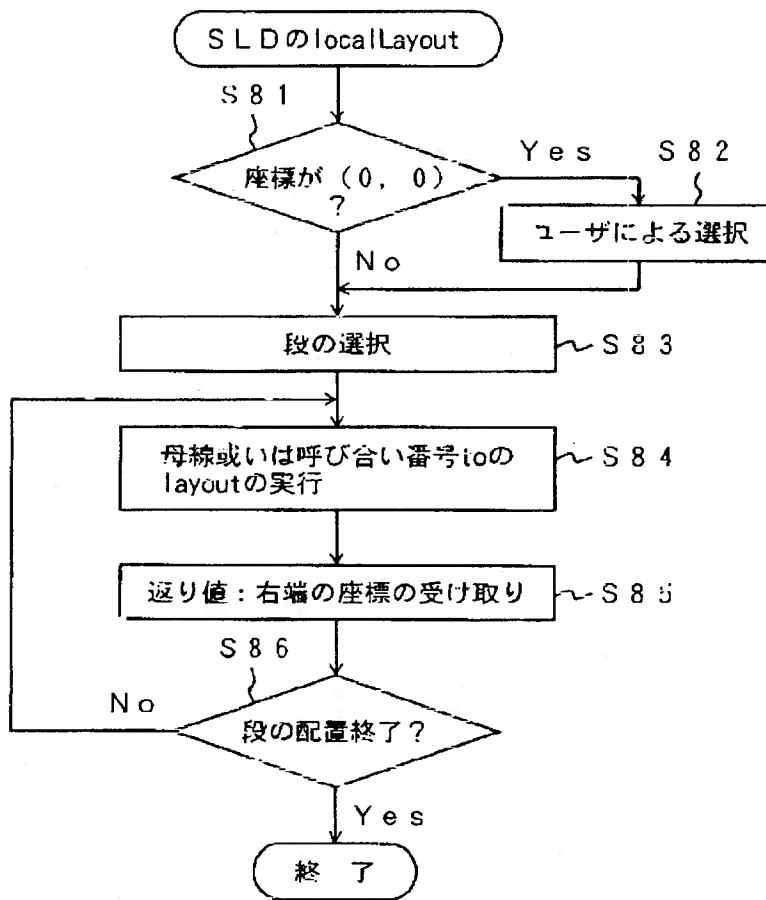
【図30】

母線のget_x_position



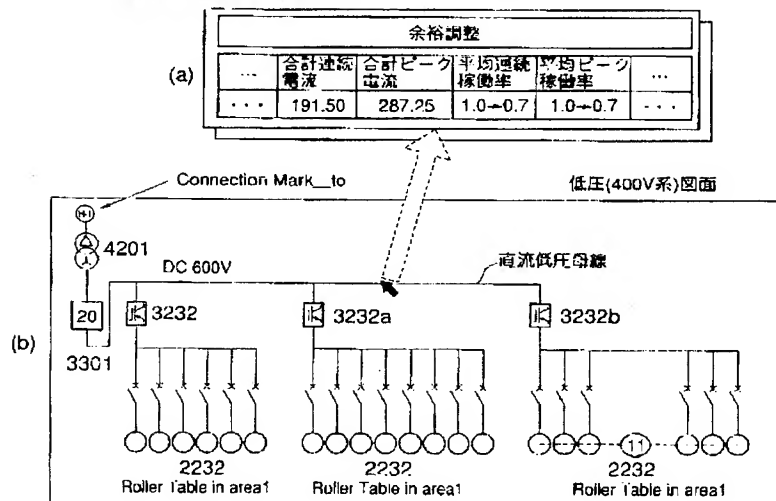
【図22】

SLDのlocalLayout



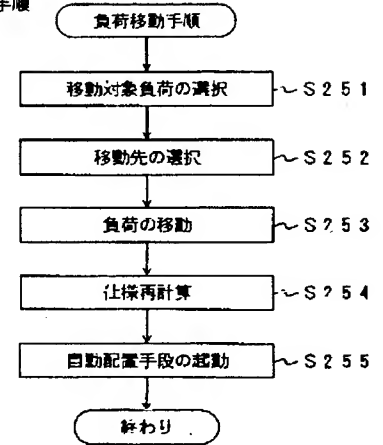
【図36】

母線の平均稼働率の調整の例



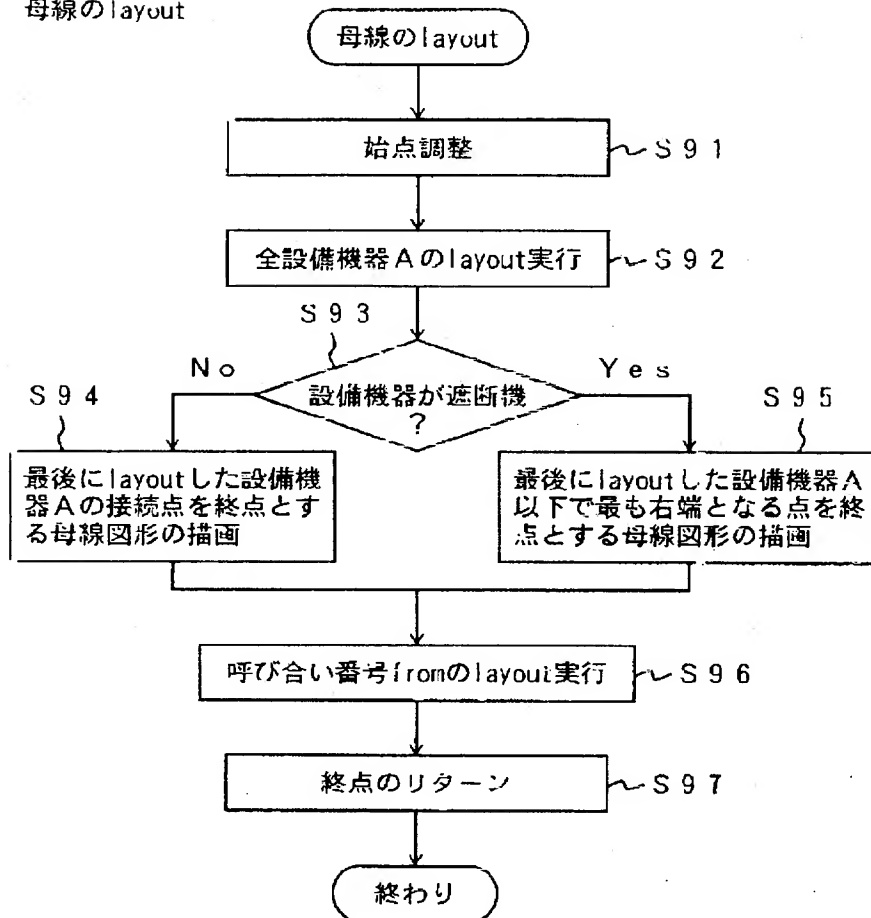
【図48】

負荷移動手順



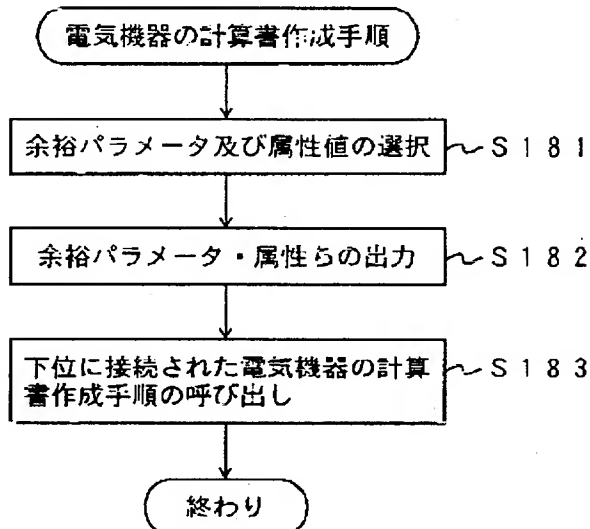
【図23】

母線のlayout

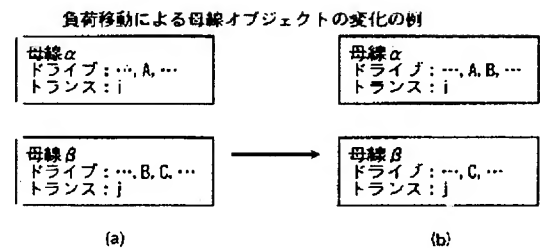


【図33】

電気機器の計算書作成手順

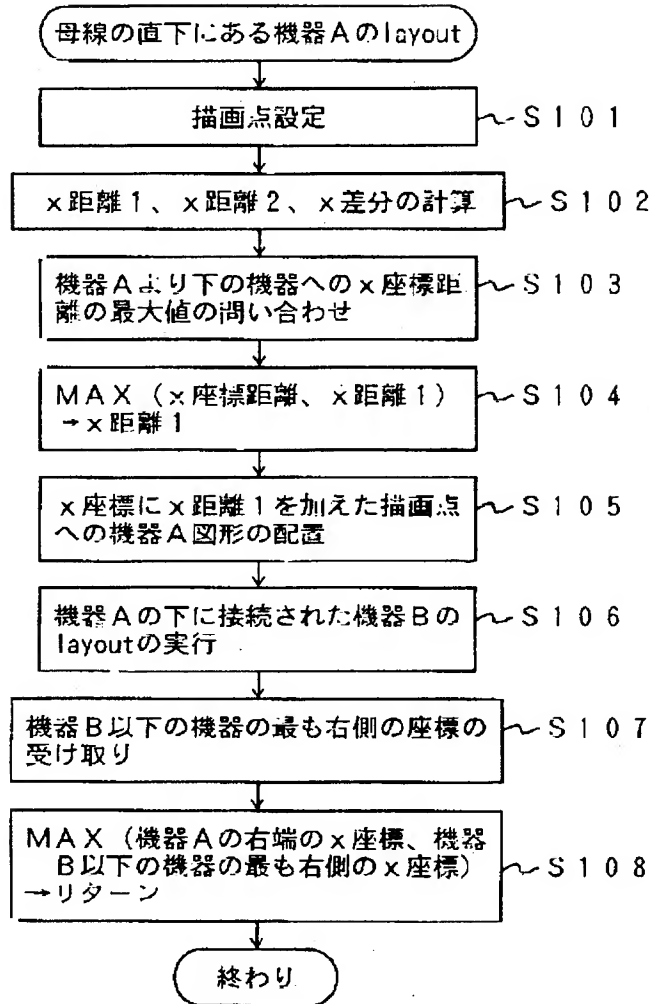


【図47】



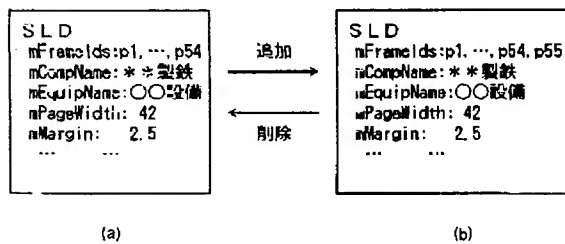
【図24】

母線の真下にある機器Aのlayout



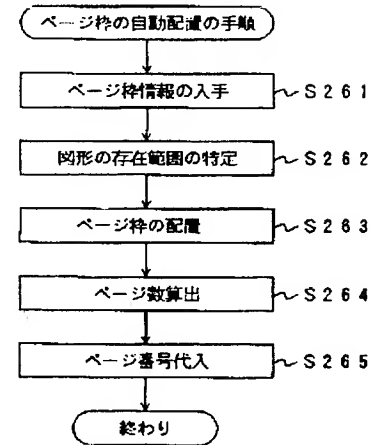
【図50】

ページ枠追加/削除によるSLDオブジェクトの変化の例



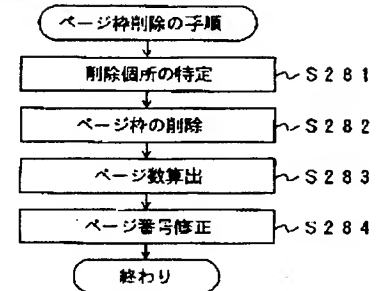
【図51】

ページ枠自動配置手順



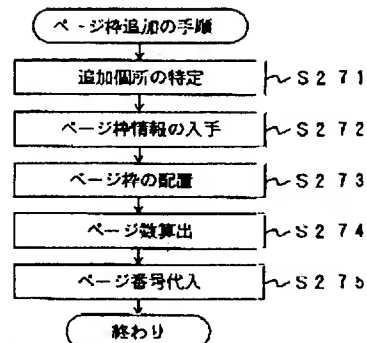
【図53】

ページ枠削除手順



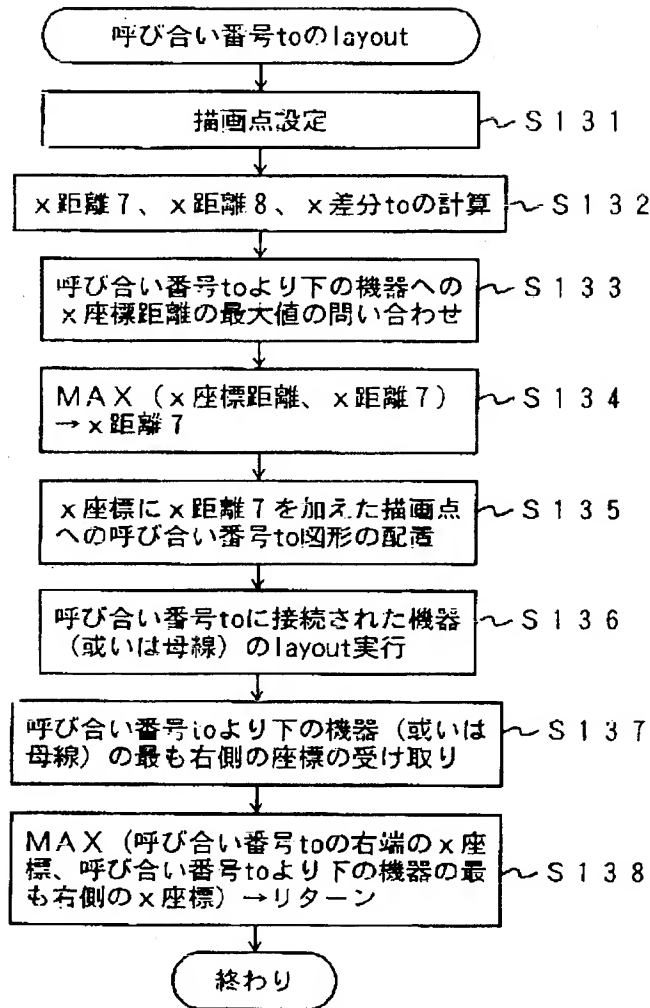
【図52】

ページ枠追加手順



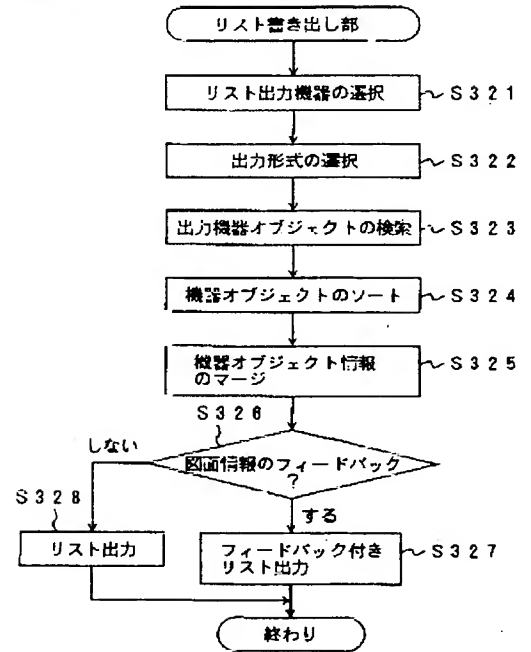
【図27】

呼び合い番号toのlayout



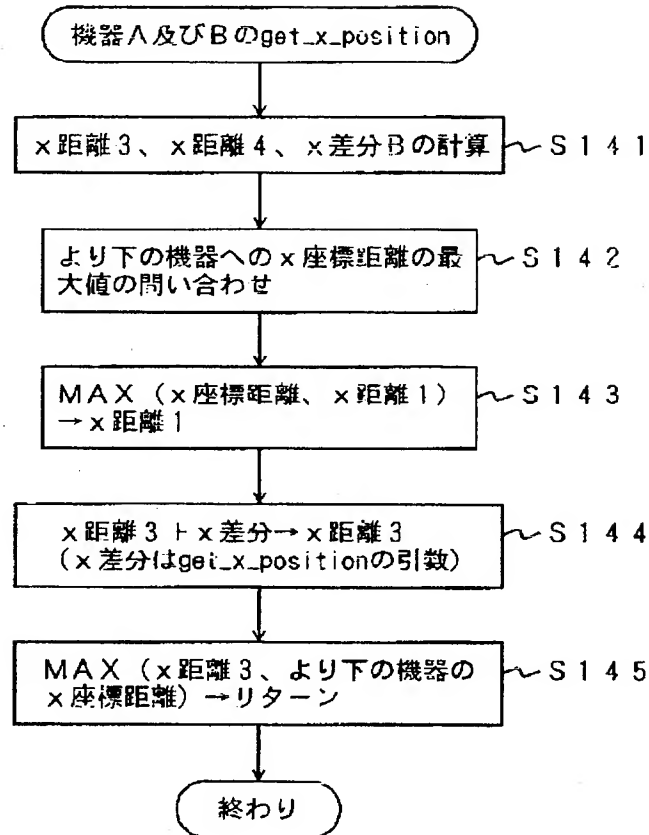
【図63】

設備機器リスト出力手順



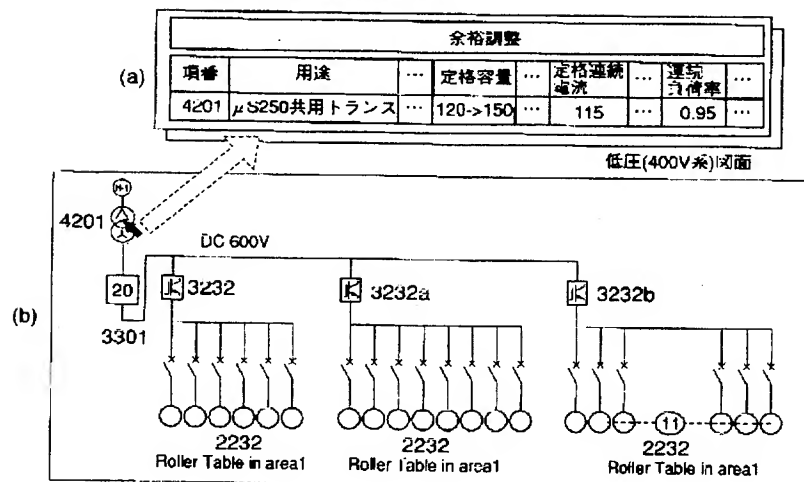
【図28】

機器A及びBのget_x_position



【図37】

トランスの属性値の調整の例



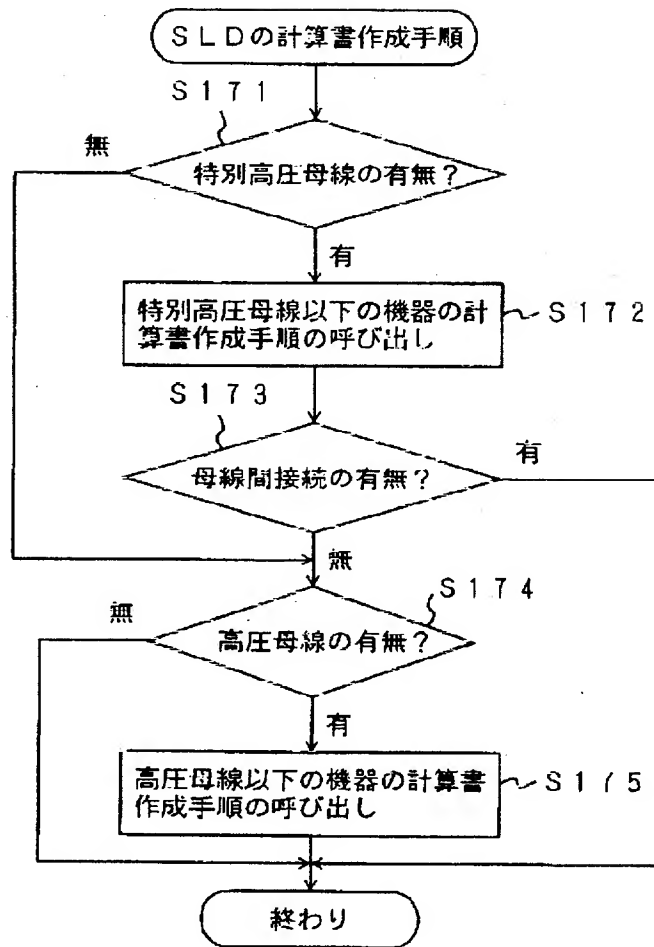
【図31】

項目	遮断器/トランス /CPE/分電盤 名称	台 数	連続 稼働 率	定格 容量 (kVA)	定格 一次電流 (A)	定格連 続電流 (A)	定格運 続電流 (A)	定格 ピーク 電流 (A)	連続 負荷 率	ピー ク負 荷率	合計正 味連続 電流 (A)	合計正 味ピーク 電流 (A)	平均 連続 稼働 率	平均 ピーク 稼働 率	項目	負荷名称	台 数
4101	遮断機	1	1.00				200		0.14		28.43						
4201	μS250共用トランス	1		430	75	414			0.38		156.36				3232	Roller Table	1
3301	μS250共用CPE	1		330		600		900	0.32	0.32	191.50	287.25	1.00	1.00	3232a	Roller Table	1
															3232b	Roller Table	1

連続 稼働 率	ピー ク稼 働率	ドライ ブ容量 (kVA)	ドライ ブ定格 連続電 流(A)	ドライ ブピー ク電流 (A)	ドライ ブ連続 負荷率	ドライ ブピー ク負荷 率	項目	モータG 正味連続 電流 (A)	モータG 正味ピー ク電流 (A)	台 数	連続 負荷率	ピーク 負荷率	モータ 定格電 流(A)	モータ 定格容 量(kVA)
1.00	1.00	55	72	108	0.64	0.64	2232	45.96	68.94	6	1.00	1.00	7.66	3.70
1.00	1.00	55	72	108	0.85	0.85	2232	61.28	91.92	8	1.00	1.00	7.66	3.70
1.00	1.00	75	98	147	0.86	0.86	2232	84.26	126.39	11	1.00	1.00	7.66	3.70

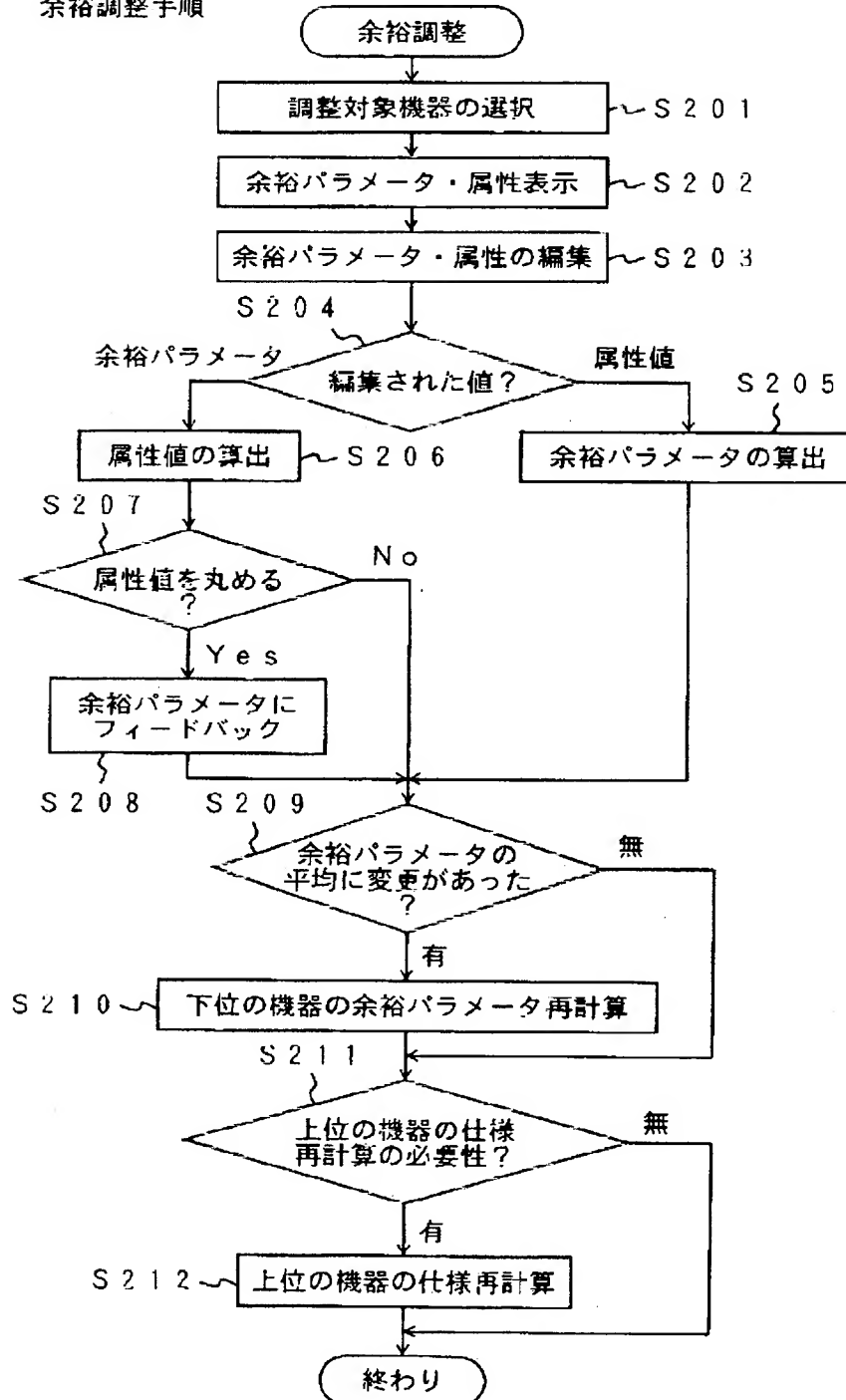
【図32】

SLDの計算書作成手順



【図34】

余裕調整手順



【図38】

稼働率調整後の計算書の例

項目	遮断器/トランス /CPE/分電盤 名称	台 数	連続 稼働 率	定格 容量 (kVA /kW)	定格連続 一次電流 (A)	定格連 続電流 (A)	定格 ピーク 電流 (A)	連続 負荷 率	ピー ク負 荷率	合計正 味連続 電流 (A)	合計正 味ピー ク電流 (A)	平均 連続 稼働 率	平均 ピー ク稼 働率	項番	負荷名称	台 数
4101	遮断器	1	1.00							19.90						
4201	μs250共用トランス	1		120	21	200		0.10		109.45						
3301	μs250共用CPE	1		80		153	230	0.88	0.87	134.05	201.67	0.70	0.70	3222	Roller Table	1
														3222a	Roller Table	1
														3222b	Roller Table	1

連続 稼働 率	ピー ク稼 働率	ドライ ブ容量 (kVA)	ドライ ブ定格 連続電 流(A)	ドライ ブ定格 電流 (A)	ドライ ブ連続 負荷率	ドライ ブピー ク負 荷率	項番	モータ 正味連続 電流 (A)	モータ 正味ピー ク電流 (A)	台 数	連続 負荷率	ピー ク負 荷率	モータ 定格電 流(A)	モータ 定格容 量(kVA)
0.70	0.70	55	72	108	0.64	0.64	2232	45.96	63.94	6	1.30	1.00	7.66	3.70
0.70	0.70	55	72	108	0.85	0.85	2232	61.28	91.32	8	1.00	1.00	7.66	3.70
0.70	0.70	75	98	147	0.86	0.86	2232	84.26	126.39	11	1.00	1.00	7.66	3.70

【図39】

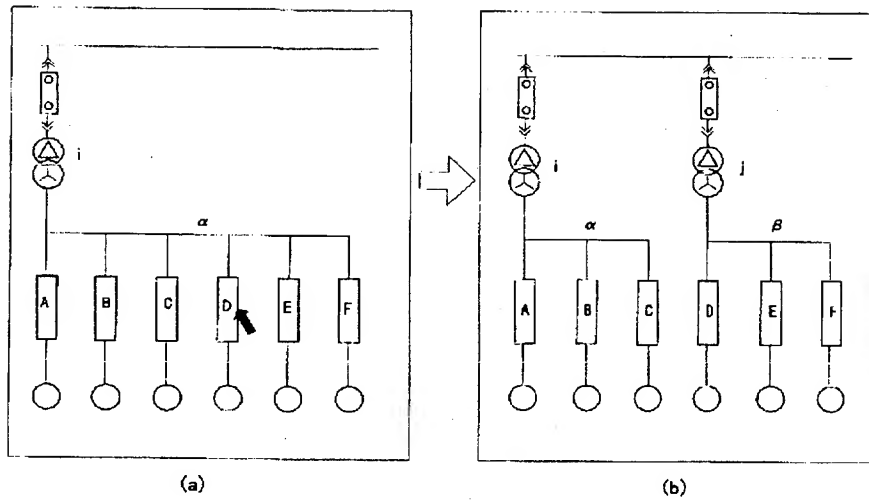
属性値調整後の計算書の例

項目	遮断器／トランス ／CPE／分電盤 名称	台数	連続 稼働率	定格 容量 (kVA)	定格連続 一次電流 (A)	定格連 続電流 (A)	定格 ピーク 電流 (A)	連続 負荷 率	ピー ク負 荷率	合計正 味連続 電流 (A)	合計正 味ピー ク電流 (A)	平均 連続 底電 率	平均 ピー ク電 率	項番	食荷名称	台数
4101	遮断器	1	1.00			200				19.90						
4201	μs250共用トランス	1		150	26	144	0.10	0.76		109.45	201.07	0.70	0.70	3232	Roller Table	1
3301	μs250共用CPE	1		80		153	230	0.88	0.87	134.05				3232a	Roller Table	1
														3232b	Roller Table	1

連続 稼働率	ピー ク稼 働率	ドライ ブ容量 (kVA)	ドライ ブ定格 連続電 流(A)	ドライ ブ定格 電流 (A)	ドライ ブ連続 負荷率	ドライ ブピー ク負荷 率	項番	モータG 正味連続 電流 (A)	モータG 正味ピー ク電流 (A)	台数	連続 負荷率	ピー ク負 荷率	モータ 定格電 流(A)	モータ 定格容 量(kW)
0.70	0.70	55	72	108	0.64	0.64	2232	45.95	58.94	6	1.00	1.00	7.66	3.70
0.70	0.70	55	72	108	0.85	0.85	2232	61.28	91.92	8	1.00	1.00	7.66	3.70
0.70	0.70	75	98	147	0.86	0.86	2232	84.26	126.39	11	1.00	1.00	7.66	3.70

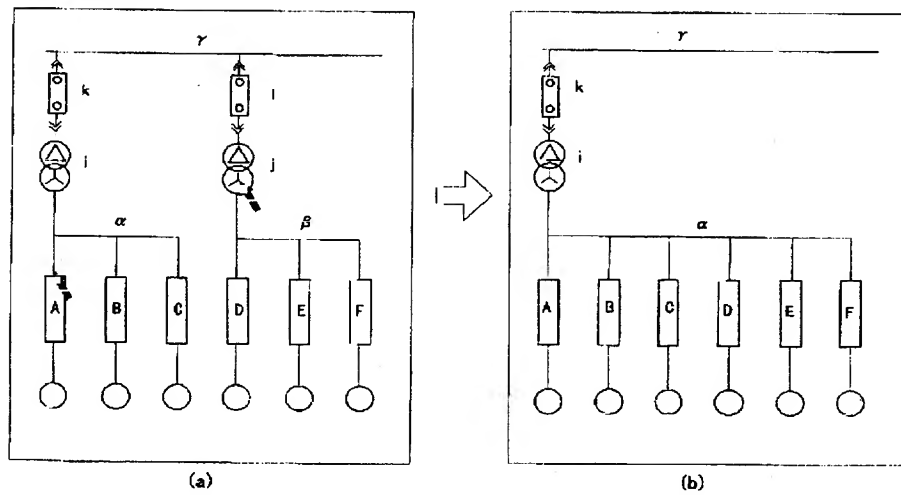
【図40】

母線分割の例

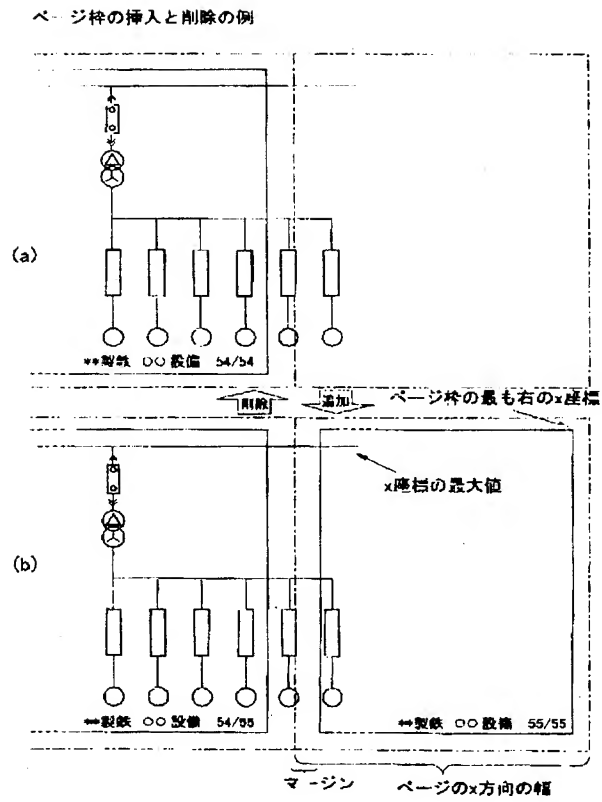


【図43】

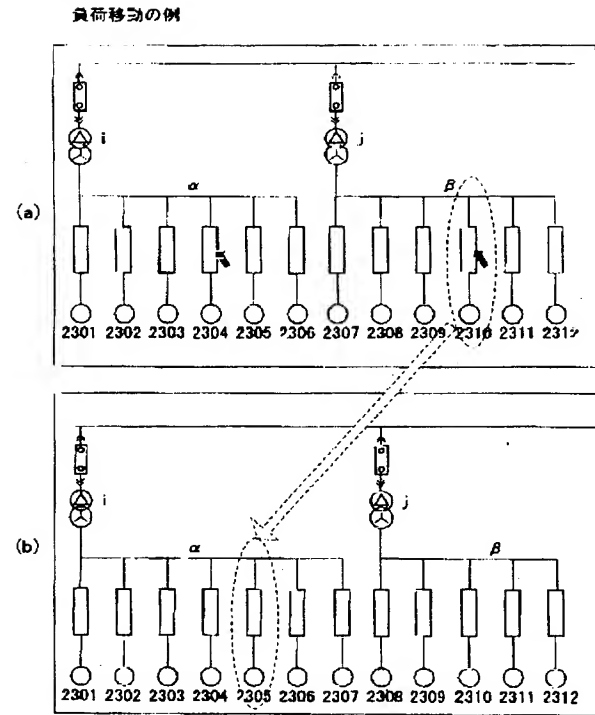
母線結合の例



【図49】



【図60】

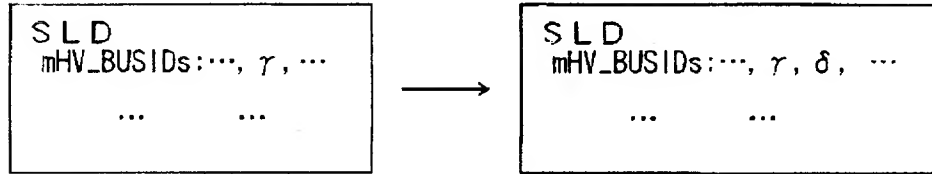


ページ分割の例 (その1)

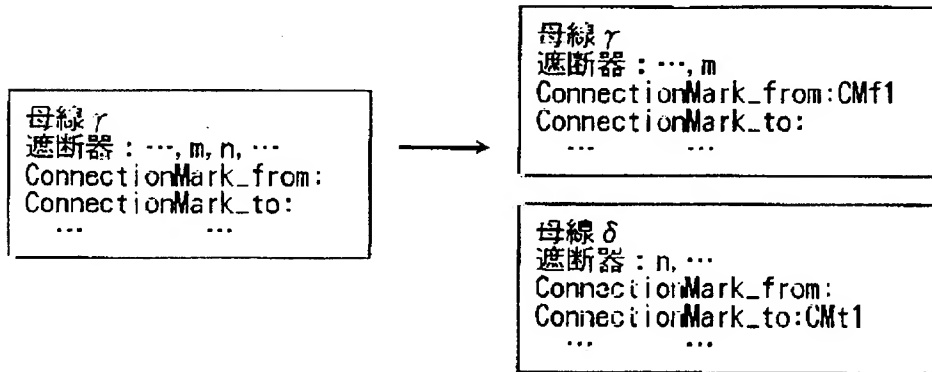


【図55】

ページ分割によるSLDオブジェクト及び母線オブジェクト
の変化の例(その1)



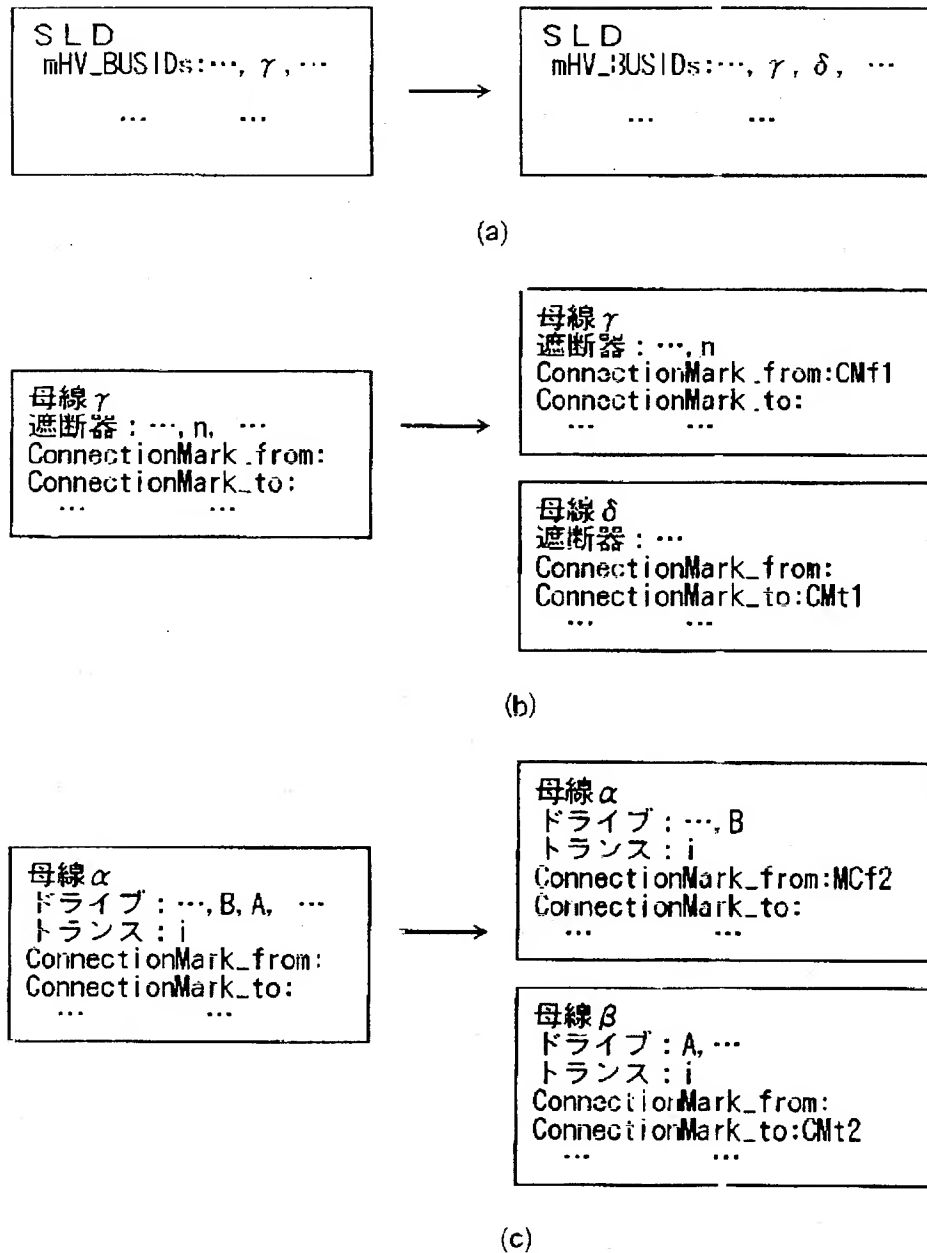
(a)



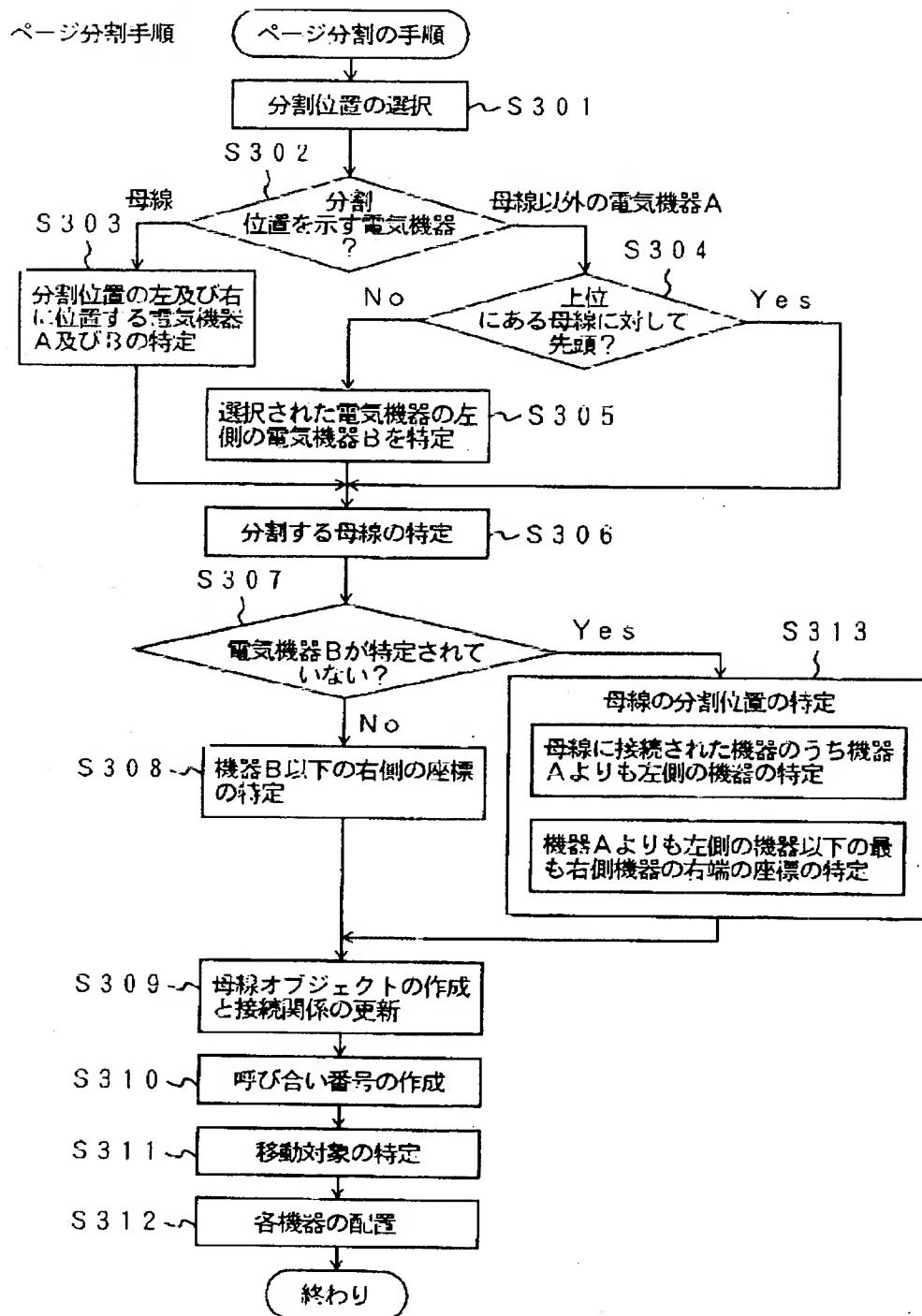
(b)

【図57】

ページ分割によるSLDオブジェクト及び母線オブジェクト
の変化の例(その2)



【図58】



【図59】

入力のモータリストの例

項番	用途/品名	数量	容量 [kW]	回転数 [RPM]	電圧 [V]	電流 [A]	巻線	定格	型式	制御	OVER LOAD	付属品 及び備考
2301	Usage 1	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2302	Usage 2	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2303	Usage 3	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2304	Usage 4	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2305	Usage 5	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2306	Usage 6	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2307	Usage 7	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2308	Usage 8	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2309	Usage 9	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2310	Usage 10	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2311	Usage 11	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	
2312	Usage 12	1	7.5	900	400		CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-VV (REV)	OL:150%-1min	

【図61】

出力のモータリストの例 (その1) モータリストの例

項番	用途/品名	数量	容量 [kV]	回転数 [RPM]	電圧 [V]	電流 [A]	巻線	定格	型式	制御	OVER LOAD	付属品 及び備考
2301	Usage1	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	NewGr
2302	Usage2	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2303	Usage3	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2304	Usage4	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2305	Usage5	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2306	Usage6	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2307	Usage7	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2308	Usage8	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2309	Usage9	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2310	Usage10	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2311	Usage11	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	
2312	Usage12	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-WV (REV)	OL:150%-1min	

【図62】

出力のモータリストの例 (その2) モータリストの例

項番	用途/品名	数量	容量 [kV]	回転数 [RPM]	電圧 [V]	電流 [A]	巻線	定格	型式	制御	OVER LOAD	付属品 及び備考
2301	Usage1	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	NewGr
2302	Usage2	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2303	Usage3	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2304	Usage4	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2310	Usage10	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2305	Usage5	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2306	Usage6	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2307	Usage7	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2308	Usage8	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2309	Usage9	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2311	Usage11	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	
2312	Usage12	1	7.5	900	400	15	CR	Cont.	TIKE-KCKM	AC-W (REV)	OL:150%-1min	

フロントページの続き

(72)発明者 久利 俊文
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内

(72)発明者 秋本 健一
神奈川県川崎市幸区堀川町66番2 東芝エ
ンジニアリング株式会社内

(72)発明者 福島 航
東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社
東芝本社事務所内